Una carretera a través de Madidi: Un análisis económico-ambiental

A Road through Madidi: An environmental-economic analysis

leonardo c. fleck [Conservation Strategy Fund - CSF]
lilian painter [Wildlife Conservation Society Bolivia - WCS]
john reid [Conservation Strategy Fund - CSF]
marcos amend [Conservation Strategy Fund - CSF]

Agradecimientos

Acknowledgments

Conservación Estratégica-CSF (Conservation Strategy Fund) expresa su gratitud por el generoso apoyo financiero brindado por la Fundación Gordon y Betty Moore y la colaboración del Programa Bolivia de la Wildlife Conservation Society (WCS Bolivia). Asimismo, agradece al Instituto Internacional de Educación del Brasil (IEB) por financiar la capacitación del personal de CSF en el análisis económico sobre carreteras. Además, nuestro agradecimiento se extiende a las personas e instituciones enumeradas a continuación, que realizaron diferentes contribuciones para el logro de este proyecto y, a la vez, reconocemos que los resultados de este informe pertenecen exclusivamente a CSF y a sus autores:

Antonio Treviño – Consultor independiente
Cecilia Ayala – Conservación Estratégica - CSF Bolivia
CRRI India
Don Mario Gutiérrez
Fernando Ochoa – Servicio Nacional de Caminos
Guardaparques del PN y ANMI Madidi
Iván Arnold – Director del PN y ANMI Madidi
Juan Carlos Ledesma – Conservación Internacional Bolivia
Juan Pablo Ramos y Patricia Roncal – Consultores
Máximo Lieberman – SERNAP
Roberto Jerez – Ministerio de Transporte

CSF is grateful for the generous financial support provided by the Gordon y Betty Moore Foundation, and the collaboration of WCS-Bolivia. We are also grateful to the International Institute for Education of Brazil (IEB) for supporting CSF staff training in economic analysis of roads. We also wish to thank,the following people and institutions for their various contribution toward the accomplishment of this project, while recognizing that the findings of this report are those of their authors and Conservation Strategy Fund only:

Antonio Treviño – Independent consultant
Cecilia Ayala – Conservation Strategy Fund Bolivia
CRRI India
Don Mario Gutierrez
Fernando Ochoa – Servicio Nacional de Caminos
Ivan Arnold – Director of Madidi National Park & NIMA
Juan Carlos Ledezma – Conservation International (Bolivia)
Juan Pablo Ramos and Patricia Roncal – Consultants
Madidi's Park Rangers
Maximo Lieberman – SERNAP
Roberto Jerez – Ministry of Transport

Lista de abreviaturas y siglas

List of abbreviations and acronyms

ACB	Análisis Costo-Beneficio
ANMI	Área Natural de Manejo Integrado
AOS	Ayuda Obrera Suiza
AP	Área Protegida
AZA-CHU	Azariamas-San José de Uchupiamonas
B	Beneficios
C	Costos
CI	Conservación Internacional
CORDEPAZ	Corporación de Desarrollo Regional de La Paz
COV	Costos de operación de vehículos
CSF	Conservation Strategy Fund – Conservación Estratégica
CSUTCB	Confederación Sindical Única de Trabajadores Campesinos de Bolivia
CTU	Costos totales de los usuarios de la carretera
CVT	Costo por valor del tiempo
HDM-4	Herramienta de desarrollo y gestión de carreteras
IRI	Índice Internacional de Rugosidad/Regularidad
PIB	Producto Interno Bruto
PN	Parque Nacional
r	Tasa de Descuento
SEDACM	Servicio Departamental de Caminos del Departamento de La Paz
SERNAP	Servicio Nacional de Áreas Protegidas
TIR	Tasa Interna (Económica) de Retorno
TPDA	Tráfico Promedio Diario Anual
VA	Valor Actual
VAN	Valor Actual Neto
WCS	Wildlife Conservation Society

AADT	*Annual Average Daily Traffic*
AOS	*Ayuda Obrera Suiza*
AZA-CHU	*Azariamas-San José de Uchupiamonas*
B	*Benefits*
C	*Costs*
CBA	*Cost-Benefit Analysis*
CI	*Conservation International*
CORDEPAZ	*Corporación de Desarrollo Regional de La Paz*
CSF	*Conservation Strategy Fund*
CSUTCB	*Confederación Sindical Única de Trabajadores Campesinos de Bolivia*
GDP	*Gross Domestic Product*
HDM-4	*Highway Development and Management Tool*
IRI	*International Roughness Index*
IRR	*Internal (Economic) Rate of Return*
NIMA	*Natural Integrated Management Area*
NP	*National Park*
NPV	*Net Present Value*
PA	Protected Area
PV	Present Value
r	Discount rate
RUC	Road User Costs
SEDACM	Servicio Departamental de Caminos del Departamento de La Paz
SERNAP	Servicio Nacional de Áreas Protegidas
VOC	Vehicle Operating Costs
VOT	Value of Time Costs
WCS	Wildlife Conservation Society

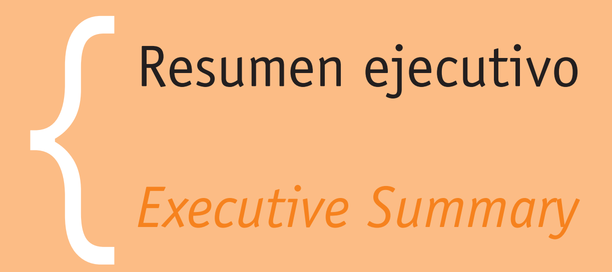
Índice

Table of Contents

Lista de tablas / Lista de gráficas

List of tables / List of figures





Resumen ejecutivo

Executive Summary

Las carreteras rurales suelen relacionarse con el desarrollo económico, pero frecuentemente éstas se construyen sin considerar su factibilidad económica o su eficiencia. Factibilidad y eficiencia son criterios que describen aquellas inversiones cuyos beneficios son, por lo menos, mayores que sus costos. Cuando tales criterios son ignorados, los proyectos de carreteras financiados por los gobiernos carecen de expectativas claras respecto al incremento de la riqueza general del país. De hecho, muchas veces estos proyectos provocan pérdidas económicas considerables cuando los beneficios acumulados no compensan los altos costos que conllevan la construcción o el mejoramiento de las carreteras.

Algunos proyectos de infraestructura de carreteras también provocan impactos ambientales significativos. Este es el caso particularmente en las regiones forestales tropicales, donde una gran cantidad de evidencias sugiere que las carreteras juegan un rol fundamental en el incremento de los índices de deforestación. La deforestación resulta en pérdidas ambientales considerables que muchas veces permanecen sin ser detectadas en los mercados mundiales, pese al hecho que pueden afectar considerablemente el bienestar de las poblaciones humanas. Tras una valoración apropiada en términos monetarios, dichas pérdidas pueden ser incluidas en estudios de factibilidad económica, esperando que orienten las decisiones de políticas de una manera más integral.

En este estudio se analizó la factibilidad económica de la conclusión de la carretera Apolo-Ixiamas en el noroeste de Bolivia. Nuestro foco de atención específico es la construcción del último tramo entre Azariamas y San José de Uchupiamonas, donde no existía acceso previo. Esta carretera dividiría en dos el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi y abriría a la colonización ilegal y a la extracción de recursos naturales vastas áreas de bosques tropicales previamente inaccesibles. Este proceso tendría consecuencias ambientales de gran alcance para un área de conservación reconocida como prioritaria a nivel global.

Nosotros identificamos que esta carretera tendría como resultado una pérdida neta para la economía boliviana que superaría los US$40 millones. Estas pérdidas se derivan principalmente de los altos costos de inversión que conlleva construir en un terreno sumamente accidentado y frágil, y de los bajos niveles de uso proyectado para la carretera.

Por otro lado, se compararon los costos de la carretera con otros indicadores socioeconómicos regionales para poner en perspectiva el proyecto. El costo de la carretera representaría entre el 56% y el 179% de todos los ingresos regionales generados por la población que se beneficiaría de la carretera en los próximos 25 años, lo que equivaldría a subsidiar los ingresos por un período que se extendería entre 7 y 20 años. Los costos de inversión en la carretera son tan altos que podrían utilizarse para multiplicar por 54 las inversiones públicas locales en salud o 84 las inversiones en educación. Sólo el desvío de los costos incrementales de mantenimiento requeridos por la nueva carretera permitiría

Rural roads are frequently associated with economic development, but they are often implemented without consideration for their economic feasibility or efficiency. The terms feasibility and efficiency describe investments whose benefits are, at a minimum, greater than their costs. When such criteria are ignored, road projects are funded by governments with no clear expectations of increasing the overall wealth of the country. In fact, they often bring considerable economic losses when accrued benefits do not offset large costs involved with road improvement or construction.

Some road infrastructure projects also cause significant environmental impacts. This is particularly the case in tropical forest regions, where a large body of evidence suggests that roads play a lead role in increasing deforestation rates. Deforestation results in considerable environmental losses which are often unseen in global markets, despite the fact that they can significantly affect the wellbeing of human populations. After appropriate valuation in monetary terms, such losses can be included in economic feasibility studies, hopefully guiding policy decisions in a more comprehensive way.

In this study, we analyze the economic feasibility of the completion of the Apolo-Ixiamas road in Northwest Bolivia. Our specific focus is the construction of the last remaining roadless section, between Azariamas and San José de Uchupiamonas. This road would bisect the Madidi National Park & Natural Integrated Management Area, opening vast inaccessible tropical forest areas to illegal colonization and resource extraction. This process would have far-reaching environmental consequences for an area recognized as a global conservation priority.

We identified that this road would result in a net loss of more than $40 million to Bolivia's economy. Losses stem from the high investment costs of building in rugged and fragile terrain, and from the very low levels of use projected for the road.

We compared road costs with other regional socioeconomic indicators to put the project into perspective. Road costs would represent 56-179% of all regional income generated by the population benefiting from the road in the next 25 years, the equivalent of 7 to 20 years of subsidized income. Road investment costs are so high that they could be used to increase local public investments in health or education 54 and 84 times, respectively. Just the diversion of incremental maintenance costs required by the new road would allow an increase in health or education investments of 32% and 50%, respectively.

This road project could also result in considerable environmental losses. We estimated potential environmental costs associated with carbon emissions, identifying an additional loss of $3-20 million, depending on the unit value of carbon emissions. Our estimate indicates that the loss of just a single environmental service may overcome the gross benefits potentially generated by the road.

un aumento del 32% de las inversiones en salud o del 50% en las inversiones en educación.

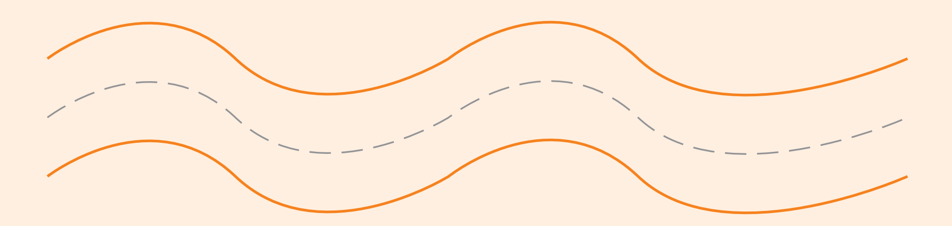
Este proyecto de carretera también podría resultar en pérdidas ambientales considerables. Se realizó una estimación de los costos ambientales potenciales relacionados con las emisiones de carbono y se identificó una pérdida adicional de entre US$3 y US$20 millones, dependiendo del valor unitario de las emisiones de carbono. Nuestro cálculo indica que la pérdida de un solo servicio ambiental podría ser mayor que los beneficios brutos potenciales generados por la carretera.

Al provocar impactos ambientales locales potencialmente irreversibles, la carretera también podría representar una amenaza para los ingresos regionales que el área protegida genera en la actualidad, los cuales superan en un 50% lo que la carretera podría generar potencialmente.

Estas cifras constituyen una prueba convincente que demuestra que la construcción del último tramo de la carretera Apolo-Ixiamas es una decisión que carece de racionalidad económica. Más bien, ésta representaría el desperdicio de fondos públicos imperiosamente necesarios para otros propósitos sociales y, además, resultaría en pérdidas ambientales considerables. Es necesario proponer inversiones más sensatas, equitativas y eficientes para responder a las necesidades socioeconómicas locales a un costo razonable.

By generating potentially irreversible local environmental impacts, the road could also pose a threat to current regional income generated by the protected area, which is 50% greater than what the road could potentially generate.

These figures present compelling evidence that the construction of the last remaining section of the Apolo-Ixiamas road is an economically unreasonable choice. It would represent a waste of public funds urgently needed for other social purposes, and also result in considerable environmental losses. Wiser, equitable and efficiency-based investments should be proposed to meet local socioeconomic needs at an acceptable cost.







Introducción

Introduction

Una serie creciente de evidencias demuestra que la infraestructura de transporte rural es un ingrediente importante del desarrollo rural y el alivio de la pobreza, pero también es ampliamente reconocido que, particularmente en regiones forestales tropicales, las carreteras están relacionadas con niveles crecientes de degradación de los suelos y deforestación.

Los beneficios potenciales de las carreteras rurales son diversos: éstos pueden mejorar el acceso a tierras valiosas, recursos naturales, mercados y servicios públicos. La accesibilidad a tierras valiosas puede mejorar el ingreso derivado de la explotación de los recursos naturales y la agricultura. La accesibilidad a los mercados puede incrementar la disponibilidad de insumos y factores de producción y, adicionalmente, proveer oportunidades de comercio para los productos agrícolas. El mejoramiento de las conexiones con las ciudades puede contribuir a un mejor acceso a los servicios públicos, tales como educación y salud.

La manera más común de evaluar los beneficios sociales derivados del desarrollo de carreteras es a través del cálculo del ahorro en los costos de transporte, que se conoce como el enfoque del excedente del consumidor[1] (Lebo y Schelling 2000)[2]. Desde la perspectiva de la eficiencia económica, el acceso mejorado a las carreteras rurales significa ahorrar en costos de transporte o Costo Total de los Usuarios de la Carretera (CTU), los cuales pueden dividirse en dos categorías: los Costos de Operación de Vehículos (COV) y el Costo por Valor del Tiempo (CVT). Estas categorías reflejan los costos que representan la adquisición, operación y mantenimiento de vehículos, y el valor del tiempo de la tripulación y los pasajeros, respectivamente.

Sin embargo, se ha reconocido que estos beneficios sólo se traducen en un mayor bienestar local y una economía más eficiente cuando están relacionados con un paquete considerable de inversiones públicas y privadas adicionales, tales como escuelas, infraestructura sanitaria, suministro de agua, transporte público, crédito etc. (Lebo y Schelling 2000; Jalan y Ravallion 2002).

---

[1] *Los beneficios derivados de las carreteras también se pueden calcular por medio del excedente del productor, lo que se refiere a la creciente producción económica agregada, generada por el desarrollo de la carretera. Sin embargo, se suele utilizar el enfoque del excedente del consumidor en los análisis de los beneficios derivados de las carreteras, ya que éste es menos subjetivo y depende de menos suposiciones.*

[2] *El ahorro en el costo total de los usuarios de la carretera (CTU) se puede acumular cuando disminuye la distancia entre destinos o cuando mejoran las condiciones de las carreteras. La distancia se puede reducir mediante la construcción de carreteras de circunvalación, mientras que las condiciones de las carreteras cambian por diferentes factores, tales como las mejoras en la calidad de la superficie, el ancho de la carretera, la geometría de la carretera, etc.*

There is a growing body of evidence that rural transport infrastructure is an important ingredient in rural development and poverty alleviation, but it is also widely acknowledged that, particularly in tropical forest regions, roads are associated with increased levels of land degradation and deforestation.

The potential benefits of rural roads are various: they can improve access to valuable lands, natural resources, markets, and public services. Accessibility to valuable lands can increase income from natural resource exploitation and agriculture. Access to markets can increase availability of inputs and factors of production as well as providing trade opportunities for agricultural production. Improved links to cities can provide better access to public services, such as educational and health care.

The most common way of evaluating social benefits from road development is the estimation of savings in transport costs, known as the consumer surplus approach[1] (Lebo & Schelling 2000)[2]. From an economic efficiency perspective, improved rural road access means savings in transportation costs, or Road User Costs (RUC), which can be divided in two cost categories: Vehicle Operating Costs (VOC) and Value of Time Costs (VOT). These categories reflect costs involved with the purchase, operation and maintenance of vehicles, and the value of crew and passenger time, respectively.

It has been acknowledged, however, that such benefits are only translated in increased local welfare and a more efficient economy when associated with a considerable package of other public and private investments such as schools, sanitation infrastructure, water supply, public transportation, credit, and so on (Lebo & Schelling 2000; Jalan & Ravallion 2002).

On the cost side, road infrastructure development demands considerable capital expenditures.[3] A well maintained road can last many years and, at the end of its life cycle, and then be rehabilitated at a reasonable cost. Poorly maintained roads deteriorate quickly and severely, requiring early and full reconstruction (Robinson 1988; Lebo & Schelling 2000; Menéndez 2003). Poorly maintained roads also result in increased RUC as the poor quality road surface decreases speeds and augments wear and tear on vehicles (Robinson 1988)[4].

---

1 *Road benefits can also be estimated by the production surplus, which refers to the increased aggregate economic output generated by the road development. But the consumer surplus approach is frequently used in analysis of road benefits as it is less subjective and relies on fewer assumptions.*

2 *RUC savings can be accrued when the distance between destinations decrease or road conditions improve. Distance can be reduced by the construction of bypasses, while road conditions change by several factors, as improvements in surface quality, road width, road geometry etc.*

3 *Capital costs for road construction vary steeply mainly do to climate conditions, traffic loads, availability and access to construction materials and terrain geometry.*

4 *Badly maintained paved roads can even result in higher RUC than well maintained gravel or earth roads.*

Desde la perspectiva de los costos, el desarrollo de infraestructura de carreteras requiere de inversiones considerables de capital[3]. Una carretera con un mantenimiento adecuado puede durar muchos años y, al finalizar su ciclo de vida, puede ser rehabilitada a un costo razonable. Las carreteras con mantenimiento deficiente se pueden deteriorar de manera rápida y severa, al grado de requerir reconstrucción total y prematura (Robinson 1988; Lebo y Schelling 2000; Menéndez 2003). Las carreteras con mantenimiento deficiente también resultan en un incremento en el CTU en la medida que la mala calidad de la superficie de la carretera reduce la velocidad y aumenta los desperfectos y el desgaste de los vehículos (Robinson 1988)[4].

Dado que las carreteras constituyen inversiones sociales costosas, las agencias gubernamentales encargadas de las carreteras deben asegurar que éstas sean analizadas apropiadamente y aprobadas en base a criterios socioeconómicos. Una herramienta que suele utilizarse para evaluar la viabilidad económica de un proyecto de carretera es el Análisis Costo-Beneficio (ACB) (Lebo y Schelling 2000). En un Análisis Costo-Beneficio el flujo de beneficios y costos se proyecta sobre el ciclo de vida de la obra y se ajusta financieramente con una tasa de interés apropiada para reflejar el costo de oportunidad del capital invertido. Esto es un enfoque requerido ampliamente para inversiones en infraestructura por parte del Banco Mundial, gobiernos y otras agencias de financiamiento en el sector infraestructura. De esta manera, las inversiones en carreteras pueden ser orientadas hacia aquellos proyectos que produzcan los mayores beneficios para la sociedad[5].

Desafortunadamente, no es fuera de lo común presenciar discusiones políticas que se inclinan hacia la aprobación de proyectos económicamente ineficientes, en perjuicio del desarrollo económico del país. Muchas veces, este fenómeno se debe al hecho que los beneficios derivados de carreteras por lo general se concentran en un subgrupo relativamente limitado de la población, mientras que los costos se distribuyen a lo largo de toda la sociedad. Mientras los beneficiarios del proyecto constituyen un grupo fuerte e influyente, los perdedores potenciales (aquellos que pagan pero que difícilmente se benefician) constituyen un gran grupo difuso cuyas pérdidas individuales son tan pequeñas que se tornan ineficaces para contrarrestar la fuerza política de los beneficiarios. Sin embargo, el hecho de que los beneficiarios de una carretera puedan ser eficaces en articular

[3] *Los costos de capital para la construcción de carreteras varían considerablemente, sobre todo debido a condiciones climáticas, carga de tráfico, disponibilidad y acceso a materiales de construcción, y geometría del terreno.*

[4] *Las carreteras pavimentadas cuyo mantenimiento es deficiente hasta pueden tener un CTU más elevado que las carreteras de grava o de tierra bien mantenidas.*

[5] *Las carreteras cuya viabilidad es cuestionada en la actualidad, sin embargo, podrían volverse económicamente viables en el futuro, como por ejemplo, si las condiciones socioeconómicas, los costos de construcción y la densidad del tráfico cambian considerablemente.*

Given that roads are costly social investments, road agencies should ensure that they are appropriately analyzed and approved based on socioeconomic criteria. A tool frequently used for assessing the economic feasibility of a road project is Cost-Benefit Analysis (CBA) (Lebo & Schelling 2000). In a CBA the flow of benefits and costs are projected over the life cycle of the project, and financially adjusted with an appropriate interest rate to reflect the opportunity cost of the capital invested. This is a widely used approach demanded for infrastructure investments by the World Bank, governments and other funding agencies in the infrastructure sector. Road investments can then be directed to those roads that will yield the greatest benefits for society[5].

Unfortunately, it is not uncommon to see political discussions inclined towards approving economically inefficient projects, to the detriment of a country's economic development. This phenomenon sometimes stems from the fact that road benefits generally accrue to a relatively limited sub-set of the population, while the costs are distributed across all society. While a strong, vocal group is formed by the project beneficiaries, the potential losers (those who pay but hardly benefit) form a largely diffuse group with individual losses small enough to be ineffective in counterbalancing the political strength of the beneficiaries. However, the fact that road beneficiaries may be effective in articulating their political goal is by no means a justification for building the project (Jenkins & Harberger 2000).

Frequently overlooked in road infrastructure development projects are environmental costs (Forman & Alexander 1998; Trombulak & Frissel 2000). Roads generate direct and indirect environmental impacts that are frequently not internalized in typical CBAs. Direct impacts are caused by the road itself. Examples include land occupation, removal of vegetation, soil compaction and loss, and erosion and modification of surface relief. Direct impacts are easier to inventory, assess, and control than indirect impacts, since the cause-effect relationship is usually obvious. Nonetheless, indirect impacts are usually closely linked with the project and may have more profound consequences on the environment. They are also more difficult to measure, but can ultimately be more important, affecting large geographic areas. Examples include decreases in water quality due to sedimentation from eroded lands, reduction in fishing productivity, poaching, pollution of water tables by lubricants and fuels, and increased deforestation (Tsunokawa & Hoban 1997).

Deforestation is a very important issue particularly in areas of high conservation value. This type of impact might stem from easier (more profitable) transportation of logs to market, or the influx of settlers (Tsunokawa & Hoban 1997). A well-designed, built and

[5] *Roads deemed unfeasible in the present time, can, however, be economically feasible in the future, for example, if socioeconomic conditions, construction costs and traffic density change considerably.*

sus propósitos políticos no constituye una justificación para construir el proyecto (Jenkins y Harberger 2000).

Lo que frecuentemente se pasa por alto en los proyectos de desarrollo de infraestructura son los costos ambientales (Forman y Alexander 1998; Trombulak y Frissel 2000). Las carreteras generan impactos ambientales directos e indirectos que muchas veces no se internalizan en los Análisis Costo-Beneficio típicos. Los impactos directos son causados por la propia carretera; por ejemplo, la ocupación de tierras, la eliminación de vegetación, la compactación y pérdida de los suelos, y la erosión y alteración del relieve de la superficie. Los impactos directos son más fáciles de inventariar, evaluar y controlar que los impactos indirectos, ya que la relación causa-efecto suele ser evidente. Sin embargo, los impactos indirectos suelen estar estrechamente vinculados al proyecto y, por lo tanto, podrían tener consecuencias más profundas en el medio ambiente que los impactos directos. Además, son más difíciles de medir, pero en última instancia pueden ser más importantes porque pueden afectar extensas áreas geográficas. Ejemplos de lo anterior incluyen la disminución de la calidad del agua debido a la sedimentación producida por la erosión del suelo, reducción de la productividad pesquera, cacería furtiva, contaminación de las superficies de agua por lubricantes y combustibles, y deforestación creciente (Tsunokawa y Hoban 1997).

La deforestación es un tema muy importante, en particular en áreas de alto valor de conservación. Este tipo de impacto podría deberse al transporte más fácil (más rentable) de troncas de madera hacia el mercado, o al flujo de colonizadores (Tsunokawa y Hoban 1997). Una carretera bien diseñada, construida y mantenida debería minimizar la mayoría de los potenciales impactos ambientales directos y muchos de los indirectos dentro de los límites del cambio ambiental aceptable. Sin embargo, la deforestación inducida por las carreteras es una gran preocupación, particularmente en regiones tropicales donde los bosques bien conservados todavía son abundantes. Hay pruebas extensas sobre el rol causativo que juegan las carreteras en los crecientes índices de deforestación y la degradación de los suelos en las zonas tropicales de América del Sur (ver, por ejemplo, Kaimowitz y Angelsen 1998; Pfaff 1999; Mäki *et al.* 2001; Alves 2002; Laurance *et al.* 2002; Soares-Filho *et al.* 2004; Fernside 2005). Según Alves (2002), en los años noventa el 80% de la deforestación del Amazonas de Brasil ocurrió dentro los 100 km contiguos a las cinco principales redes de carreteras. Se espera que el mejoramiento (la pavimentación) de las carreteras continuará a generar deforestación a gran escala, impulsada por futuros proyectos de pavimentación tales como el de la carretera BR-163, también en el Amazonas de Brasil (Soares-Filho *et al.* 2004; Alencar *et al.* 2005).

Los costos de la deforestación incluyen las pérdidas de varios productos y servicios provistos por los bosques. Según Balmford y Whitten (2003), éstos se pueden dividir en cinco clases:

maintained road should minimize most of the direct and many of the indirect environmental impacts within limits of acceptable environmental change. However, deforestation induced by roads is a major concern particularly in tropical regions where well conserved forests are still abundant. There is extensive evidence of the causative role roads have in increasing deforestation rates and land degradation in tropical South America (see, for example, Kaimowitz & Angelsen 1998; Pfaff 1999; Mäki *et al.* 2001; Alves 2002; Laurance *et al.* 2002; Soares-Filho *et al.* 2004; Fernside 2005). According to Alves (2002), in the 1990's 80% of deforestation of the Brazilian Amazon occurred within 100 km from the five major road networks. It is expected that road improvement (paving) will continue to generate large-scale deforestation, driven by future paving projects such as the BR-163 highway, also in the Brazilian Amazon (Soares-Filho *et al.* 2004; Alencar *et al.* 2005).

The costs of deforestation include the losses of several products and services supplied by forests. According to Balmford & Whitten (2003), they can be divided in 5 classes:

i. Sustainable consumption of conserved resources for food, timber and other fibers, and medicines;
ii. Nature-based tourism;
iii. Localized ecological services, such as regulation of water supply, prevention and reduction of storm and flood damage, and erosion and sedimentation control;
iv. More widely dispersed ecological services, such as nutrient and climate regulation, and carbon storage;
v. Option, existence and bequest values [6].

Such environmental costs induced by road development should be valued appropriately when possible and included in CBAs in order to provide decision makers the full social picture of road development projects. Unfortunately, many of environmental benefits lack markets and are therefore difficult to quantify in monetary terms (Moran & Pearce 1994).

In this study, we analyze the economic feasibility of a rural road project in Bolivia, the construction of the Apolo-Ixiamas road. This road is projected to bisect the Madidi National Park & Natural Integrated Management Area, opening vast tropical forest areas to colonization and land use change. Madidi is internationally renowned because of its remarkable biodiversity, and the road is one of its main historical and current threats. A few local residents are strongly in favor of the road, seeing it as a necessary condition for

[6] *Option value refers to the use value in the future; existence value is the value given to something just because it exists, even without being seen or used; and bequest value is related to the value for the future generations (Moran & Pearce 1994).*

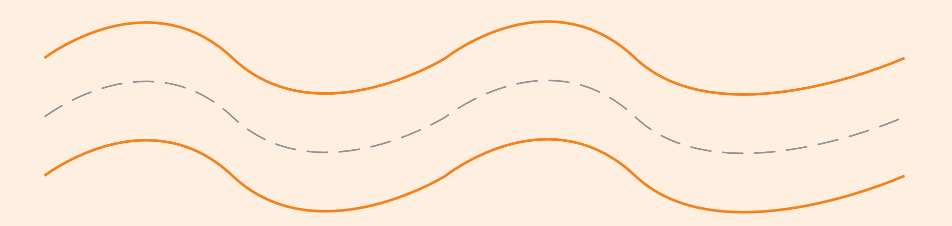
i. El consumo sostenible de recursos conservados para alimentos, madera y otras fibras, así como medicinas;
ii. El turismo de naturaleza;
iii. Servicios ecológicos localizados, tales como la regulación del suministro de agua, la prevención y reducción de daños por tormentas e inundaciones, y el control de la erosión y la sedimentación;
iv. Servicios ecológicos más dispersos, tales como la regulación climática y de nutrientes y el almacenamiento de carbono;
v. Valores de opción, existencia y legado[6].

Estos costos ambientales, inducidos por el desarrollo de carreteras, en lo posible deberían evaluarse apropiadamente y deberían incluirse en los Análisis de Costo-Beneficio, a fin de proporcionar a los encargados de tomar decisiones el panorama social total de los proyectos de desarrollo de carreteras. Desafortunadamente, muchos de los beneficios ambientales carecen de mercados y, por lo tanto, son difíciles de cuantificar en términos monetarios (Moran y Pearce 1994).

En este estudio, se analiza la factibilidad económica de un proyecto de carretera rural en Bolivia: la construcción de la carretera de Apolo-Ixiamas. Esta carretera dividiría en dos el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi y abriría a la colonización y al cambio en el uso de la tierra, vastas extensiones de bosque tropical. Madidi es internacionalmente reconocido por su notable biodiversidad, y la carretera es una de sus principales amenazas, tanto pasadas como presentes. Algunos residentes locales favorecen firmemente la carretera, la cual consideran como condición necesaria para el desarrollo. En nuestro análisis, se incluye una estimación del daño ambiental potencial causado por la deforestación y se indica el valor de las pérdidas de las reservas de carbono en el proceso de conversión de las tierras. También se pone en perspectiva los costos y beneficios de la inversión en esta carretera al evaluar su magnitud en comparación con los indicadores socioeconómicos locales y con alternativas de inversión en servicios sociales. Se comienza por realizar una descripción general del área protegida, seguida por la perspectiva general de las justificaciones dadas para la construcción de la carretera. Finalmente, en los últimos capítulos se presenta el análisis sobre la eficiencia económica del proyecto.

[6] *El valor de opción se refiere al valor de uso en el futuro; el valor de existencia es el valor otorgado a algo sólo porque existe, aun sin que sea visto o utilizado; y el valor de legado se refiere al valor para las generaciones futuras (Moran y Pearce 1994).*

development. In our analysis, we include an estimation of potential environmental damage caused by deforestation and indicate the value of carbon stock losses in the process of land conversion. We also put cost and benefits of this road investment into perspective by assessing its magnitude with a comparison with local socioeconomic indicators and alternative investments in social services. We start giving a general description of the protected area and follow with an overview of the justifications given for the road. Finally we present the last chapters with the analysis of the project's economic efficiency.







El PN y ANMI Madidi

The Madidi NP & NIMA

El **Parque Nacional Madidi y Área Natural de Manejo Integrado Madidi** fue creado en 1995[7] como una de las áreas protegidas más importantes del mundo (WCS Bolivia 2005a). Se localiza en el noroeste de Bolivia en el Departamento de La Paz, entre las Provincias de Franz Tamayo, Abel Iturralde y Bautista Saavedra, y coincide parcialmente con los municipios de Apolo, San Buenaventura, Ixiamas, Curva y Pelechuco (Gráfica 1). Se divide en tres áreas contiguas bajo dos diferentes categorías de manejo, un Parque Nacional que se encuentra bajo protección estricta y que se divide en dos secciones con un total de 1.271.000 hectáreas, y un Área Natural de Manejo Integrado (ANMI) con 624.250 hectáreas de extensión, en donde la conservación y el desarrollo sostenible de las comunidades locales son los propósitos principales[8].

Madidi es excepcional por sus atributos biofísicos. Es un punto de intersección biogeográfica[9] que representa a 15 tipos únicos de vegetación en más de 1,8 millones de hectáreas, en una amplia variación de gradaciones que abarca desde los picos nevados de la cordillera de Los Andes a 6,000 m de altura hasta los bosques amazónicos de las tierras bajas a 200 m sobre el nivel del mar (WCS Bolivia 2005a). El área protegida contiene gran parte de la biodiversidad de Bolivia en un área contigua, pero no ha sido suficientemente estudiada. El descubrimiento reciente de una nueva especie de primates (*Callicebus aureipallatii*) subraya la existencia, dentro de los límites de Madidi, de fauna y flora hasta ahora desconocida.

Clasificada como una región de alta prioridad para la conservación por el *Global 200 Ecoregions Program* (Olson y Dinerstein 1998) y *Biodiversity Hotspots* (Mittermeier *et al.* 1998), Madidi es una pieza central en el Corredor de Biodiversidad Vilcabamba-Amboró, compartido con Perú, el hotspot de mayor biodiversidad en el mundo (WCS Bolivia 2005a). Madidi también juega un rol importante en la protección de cuencas (es decir, el suministro de agua y el mantenimiento de los suelos), el mantenimiento de las reservas de carbono y la generación y captura de precipitación pluvial (WCS Bolivia 2005a).

La biodiversidad de Madidi coexiste con una población humana similarmente diversa conformada por comunidades indígenas tradicionales y agricultores, un total de 3.614 habitantes en 31 comunidades. Nueve comunidades viven dentro del Parque Nacional y 22 habitan el Área Natural de Manejo Integrado. De las 31 comunidades, tres se localizan

---

7 *Decreto Supremo Nº 24,123 de creación del Madidi NP & NIMA.*

8 *Reglamento General de Áreas Protegidas, Decreto Supremo No 24.781, 1997.*

9 *Los puntos de intersección biogeográfica son regiones donde se traslapan diversas colectividades biogeográficas y que se caracterizan por una gran riqueza de especies y diversidad beta, frecuentemente a través de muchos grupos taxonómicos. La evidencia reciente de que los ecotonos podrían ser lugares de evolución sugiere que procesos evolucionarios tales como la especiación y la coevolución podrían conservarse en los puntos de intersección biogeográfica (Spector 2002).*

The **Madidi National Park & Natural Integrated Management Area** was gazetted in 1995 [7] as one of the most important protected areas in the world (WCS Bolivia 2005a). It is located in Northwest Bolivia in the Department of La Paz, within the Districts (*Provincias*) of Franz Tamayo, Abel Iturralde and Bautista Saavedra, overlapping with the municipalities of Apolo, San Buenaventura, Ixiamas, Curva and Pelechuco (Figure 1). It is divided into three contiguous areas under two different management categories, a strictly protected National Park in two sections which total 1,271,000 ha, and a Natural Integrated Management Area (ANMI is the Spanish acronym) with 624,250 ha where conservation and sustainable development of the local communities are the main purposes[8].

Madidi is exceptional for its biophysical attributes. It is a biogeographic crossroads[9], representing 15 unique vegetation types in more than 1.8 million hectares, in a wide gradational variation which encompasses snow capped Andes mountain ridges at 6000m to lowland Amazonian Forests as low as 200m (WCS Bolivia 2005a). It encompasses most of the Bolivian biodiversity in a single contiguous area, but is still insufficiently studied. The recent discovery of a new primate species (*Callicebus aureipallatii*) underscores the existence of as yet unknown flora and fauna within Madidi's boundaries.

Classified as a high-priority region for conservation by the *Global 200 Ecoregions Program* (Olson & Dinerstein 1998) as well as by the *Biodiversity Hotspots* (Mittermeier *et al.* 1998), Madidi plays a central part in the *Vilcabamba-Amboró Biodiversity Corridor*, shared with Peru, the most biodiverse hotspot in the world (WCS Bolivia 2005a). Madidi also plays important roles in watershed protection (i.e. water supply and soil maintenance), maintenance of carbon stocks, and generation and capture of rainfall (WCS Bolivia 2005a).

Madidi's biodiversity coexists with an similarly diverse human population formed by traditional indigenous communities and peasant farmers, a total of 3,614 inhabitants in 31 communities. Nine communities live within the National Park and 22 in the Natural Integrated Management Area. Of the 31 communities, three are located in the Andean plateau zone, 2 in the lowlands while the remainder occupy the zone of valleys around the municipality of Apolo. Madidi's buffer zone is home to an additional 11,265 inhabitants of indigenous origins, living in designated Indigenous Lands (TCOs - Tierras

[7] *Decreto Supremo Nº 24,123 of creation of the protected area (PN&ANMI Madidi).*

[8] *Reglamento General de Áreas Protegidas, Decreto Supremo Nº 24.781, 1997.*

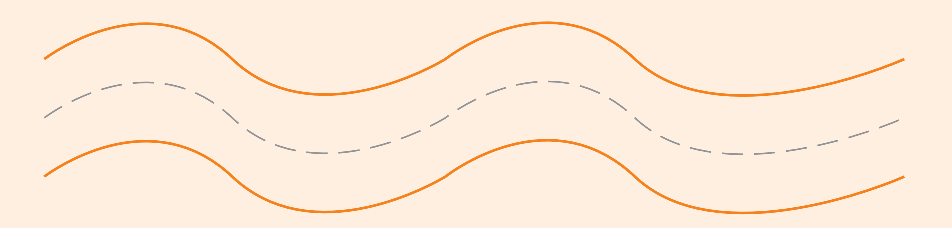
[9] *Biogeographic crossroads are regions where biogeographic assemblages intersect, and are characterized by high species richness and beta diversity, often across many taxonomic groups. Recent evidence that ecotones may be loci of evolution suggests that evolutionary processes such as speciation and coevolution may be conserved at biogeographic crossroads (Spector 2002).*

en la zona del altiplano de los Andes, dos se encuentran en las tierras bajas y las restantes ocupan la zona de los valles, alrededor del municipio de Apolo. Adicionalmente, la zona de amortiguamiento de Madidi alberga a 11.265 habitantes de origen indígena que viven en las áreas designadas como Tierras Comunitarias de Origen, y a 22.588 colonizadores que provienen sobre todo de las tierras altas (WCS Bolivia 2005a).

Esta región padece niveles de pobreza crónicos e intensos que alcanzan a más del 90% de la población (INE 2005b) (aunque esto no se debe a la presencia del área protegida). Esto ha resultado en intensos conflictos entre el desarrollo tradicional y la conservación. Existen fuertes demandas para desarrollar infraestructura de carreteras, lo cual es percibido por algunos como el principal requerimiento para el desarrollo de la economía regional. La construcción de la carretera Apolo-Ixiamas, una manera de facilitar la colonización del área protegida y lograr el acceso a sus recursos naturales, es un punto importante en esta agenda de desarrollo.

Comunitarias de Origen), and 22,588 colonists of predominantly highland origin (WCS Bolivia 2005a).

This region suffers from chronic and intense poverty levels, reaching more than 90% of the population (INE 2005b) (although this fact has no relation with the existence of the protected area). The result is intense conflict between traditional development and conservation. There are intense demands for road infra-structure, which is seen by some as the main requirement for development of the regional economy. The construction of the Apolo-Ixiamas Road, a means of facilitating colonization of the protected area and gaining access to its natural resources, is one important item on this development agenda.



GRÁFICA 1 – MAPA DE MADIDI CON MUNICIPIOS SOBREPUESTOS

FIGURE 1 – MAP OF MADIDI SHOWING MUNICIPALITIES

MAPA DE MUNICIPIOS - PARQUE NACIONAL Y ÁREA NATURAL DE MANEJO INTEGRADO MADIDI



La carretera Apolo-Ixiamas

The Apolo-Ixiamas Road

La carretera Apolo-Ixiamas (Gráfica 2) es una antigua exigencia local. La propuesta de su construcción ha provocado intensos conflictos entre las comunidades locales y los ambientalistas y agencias gubernamentales que trabajan en el Parque Nacional Madidi y el Área Natural de Manejo Integrado. Varias administraciones pasadas de la Prefectura del Departamento de La Paz han establecido este proyecto como una prioridad regional, vinculada al antiguo programa Marcha hacia el Norte. Promovido por CORDEPAZ (Corporación Regional de Desarrollo de La Paz), el programa Marcha hacia el Norte está dirigido hacia el desarrollo del norte de La Paz mediante la intensificación de la producción agrícola y la conexión con los países vecinos de Brasil y Perú.

Este tipo de proyectos de desarrollo relacionados con carreteras en el norte de Bolivia han causado una degradación ambiental indiscriminada e impactos socioeconómicos negativos en las comunidades indígenas locales, en particular inducidos por la colonización sin control de migrantes provenientes de otras regiones (Treviño 2005). Este proceso se observó en carreteras tales como las de San Buenaventura-Ixiamas-El Tigre y Yucumo-Rurrenabaque, las cuales han generado controversia sobre sus aspectos éticos, ambientales, sociales, culturales y económicos (Salinas 2004).

En los años noventa, dos estudios independientes demostraron la inviabilidad económica de la construcción de la carretera Apolo-Ixiamas (Contegral SID 1999[10]; Reid 1999). La falta de justificación económica se debió en gran medida a las bajas proyecciones de tráfico y a los costos de construcción sumamente elevados, ya que la carretera atraviesa terrenos escarpados con suelos frágiles y varias corrientes de agua que exigen considerable infraestructura de drenajes y puentes. No obstante, se construyeron dos tramos de la carretera. Actualmente, San José de Uchupiamonas-Tumupasa y Apolo-Azariamas están conectados (por lo menos estacionalmente) por carreteras. La primera ruta fue construida por la Prefectura del Departamento de La Paz en 1999, y la segunda, por el Municipio de Apolo en 2000-2001. Ambos tramos son carreteras de tierra que brindan acceso básico a todas las comunidades de la ruta de Apolo-Tumupasa (Ixiamas). Sin embargo, las carreteras presentan estándares de diseño y mantenimiento inadecuados (Treviño 2005) y se construyeron a pesar de ser consideradas inviables a niveles económico y ambiental (Contegral SID 1999; Treviño *et al.* 2003; Treviño 2005). El siguiente paso en la agenda de construcción de carreteras es el mejoramiento de los tramos existentes para que sean transitables durante todo el año, así como la construcción del tramo restante que permitiría una conexión permanente entre Apolo e Ixiamas.

La construcción del tramo restante de la carretera podría causar daños ambientales irreversibles a gran escala. En su mayoría, la carretera atravesaría bosques tropicales húmedos prístinos y también una parte de un bloque aislado de bosques montanos secos

[10] *No obstante, el estudio de Contegral SID presentó conclusiones controversiales a favor de la carretera a pesar de que su análisis económico indicaba lo contrario.*

The Apolo-Ixiamas road (Figure 2) is a long-standing local demand. Its proposed construction has raised intense conflicts between local communities and environmentalists and governmental agencies working in the Madidi National Park and NIMA. Several past administrations of the Prefecture of the Department of La Paz have made this project a regional priority linked to the old program *Marcha hacia el Norte*. Fostered by CORDEPAZ (Corporación Regional de Desarrollo de La Paz), the *Marcha* aimed to develop Northern La Paz by increasing agriculture production and connecting to the neighboring countries of Brazil and Peru.

Such development projects associated with roads in northern Bolivia have caused indiscriminate environmental degradation and negative socioeconomic impacts on local indigenous communities, particularly induced by uncontrolled colonization by migrants from other regions (Treviño 2005). This process was observed in roads such as the San Buenaventura-Ixiamas-El Tigre and Yucumo-Rurrenabaque, which have generated controversy on ethical, environmental, social, cultural and economic grounds (Salinas 2004).

In the 1990's two independent studies demonstrated the economic infeasibility of the Apolo-Ixiamas road (Contegral SID 1999[10]; Reid 1999). The lack of economic justification was largely due to low traffic projections and very high construction costs, as it crosses rugged terrain with fragile soils and several water courses which demand considerable drainage and bridge infrastructure. Nonetheless, two sections of the road were constructed. San José de Uchupiamonas-Tumupasa and Apolo-Azariamas are now connected (as least seasonally) by roads. The former route was opened by the Prefecture of La Paz in 1999, and the latter by the Municipality of Apolo in 2000-2001. Both sections are earth roads which provide basic access to all communities of the Apolo-Tumupasa (Ixiamas) route. However, the roads present inappropriate design and maintenance standards (Treviño 2005), and were constructed despite being considered either economically or environmentally infeasible (Contegral SID 1999; Treviño *et al.* 2003; Treviño 2005). Next on the road building agenda is the improvement of these sections to allow year-round passability, and the construction of the remaining section that would allow a permanent connection between Apolo and Ixiamas.

Building the missing section of road could cause large-scale and irreversible environmental damage. The route lies mostly over pristine humid tropical forests and also crosses part of an isolated block of around 700 km^2 of primary dry mountain forests in the valleys of the Machariapo and Tuichi rivers. This is the most species-rich example of this kind of forest in the Neotropics. The large number of unique plants confers on this area status

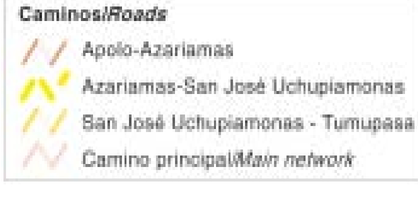
[10] *The Contegral SID study presented controversial conclusions favoring the road despite their economic analysis indicating the contrary.*

primarios de unos 700 km^2 de extensión en los valles de los ríos de Machariapo y Tuichi. Ésta es la muestra más significativa en número de especies para este tipo de bosque en el Neotrópico. El gran número de plantas únicas confiere a esta área el estatus de "centro de endemismo" (Gráfica 3). Solamente el 5,64% de la superficie cubierta por bosques montanos secos se encuentra representado actualmente en el sistema de áreas protegidas de Bolivia, y más de la mitad se encuentra representado en Madidi en este bloque único, más extenso y mejor conservado del continente sudamericano (WCS Bolivia 2005a).

Se han dado diferentes justificaciones para la construcción de la carretera Apolo-Ixiamas. Estas justificaciones se someten a un análisis crítico en la siguiente sección.

as a “center of endemism” (Figure 3). Only 5.64% of the surface covered by dry mountain forests is currently represented in the Bolivian PA system, and more than a half is represented in Madidi in this single, largest and best conserved block of the South American continent (WCS Bolivia 2005a).

Several justifications have been given for the construction of the Apolo-Ixiamas road. We subject these to critical analysis in the next section.

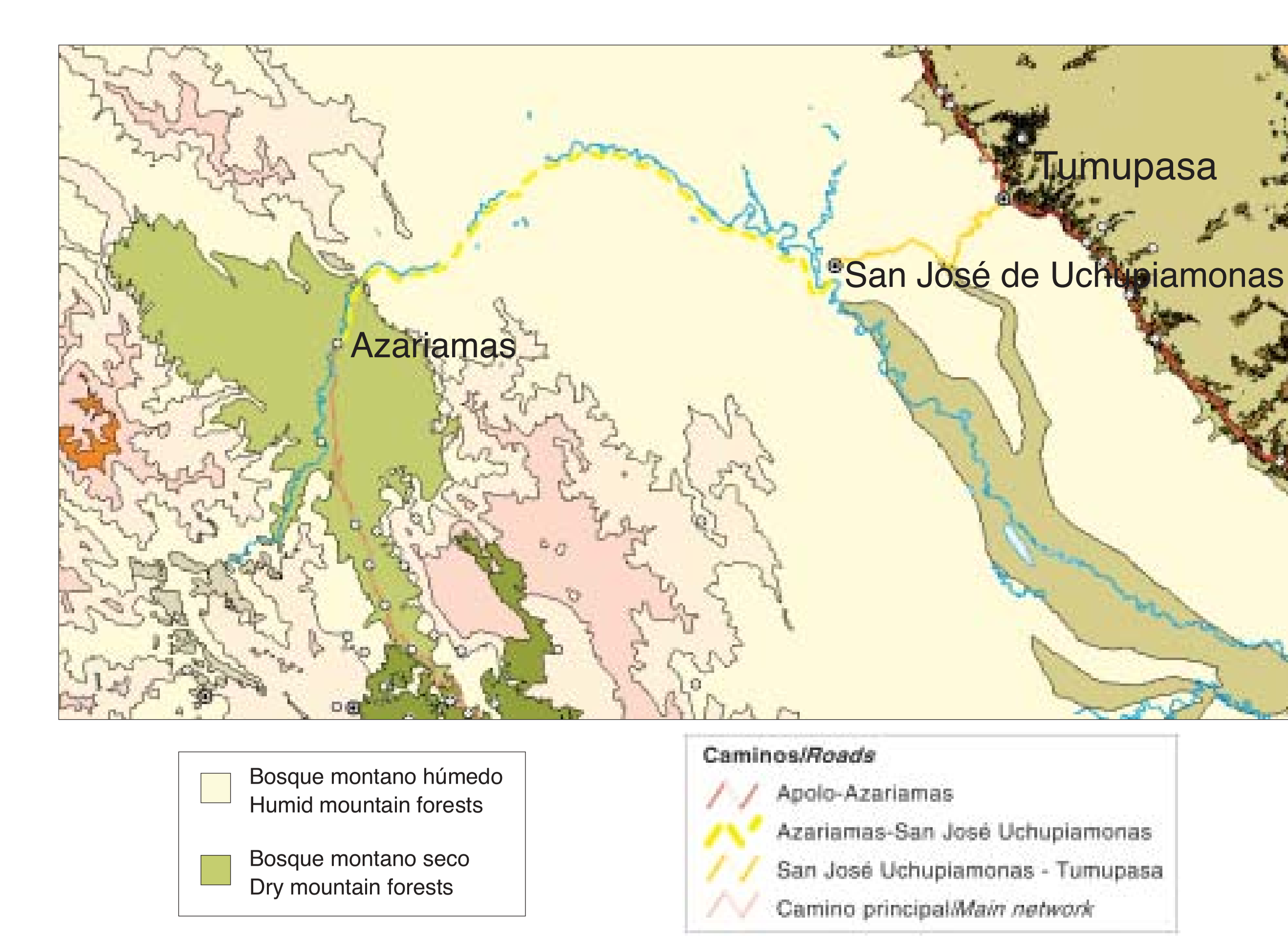


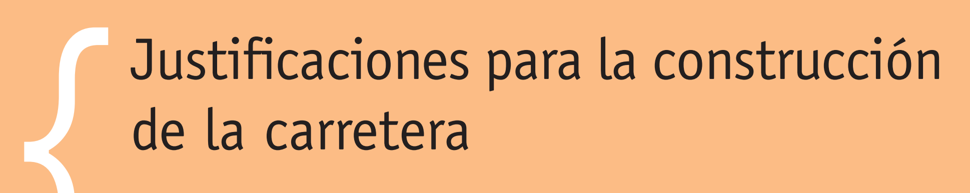
GRÁFICA 2 – EL PARQUE NACIONAL MADIDI Y EL ANMI (*VERDE*), LA CARRETERA APOLO-IXIAMAS Y COMUNIDADES Y CIUDADES LOCALES (CUADRÍCULA DE 20X20 KM)

FIGURE 2 – THE MADIDI NP & NIMA (GREEN), THE APOLO-IXIAMAS ROAD AND LOCAL COMMUNITIES AND TOWNS (20X20KM GRIDS)

GRÁFICA 3 – TIPOS DE VEGETACIÓN A LO LARGO DE LA CARRETERA DE AZARIAMAS-SAN JOSÉ DE UCHUPIAMONAS

FIGURE 3 – VEGETATION TYPES ALONG THE AZARIAMAS-SAN JOSÉ DE UCHUPIAMONAS ROAD





Justificaciones para la construcción de la carretera

Justifications for road construction

Se identificaron las principales justificaciones para la construcción de la carretera en base a Contegral SID (1999), como sigue:

- Reducción de los costos de viaje entre La Paz e Ixiamas;
- Provisión de acceso a mercados importantes y servicios básicos;
- Apertura hacia los mercados internacionales del norte;
- Provisión de tierras para colonización, uso de recursos naturales y producción agrícola;
- Reducción de los costos de viaje entre Ixiamas y Apolo.

Reducción de los costos de viaje en el tramo La Paz-Ixiamas

Treviño *et al.* (2003) demostraron que no habría beneficios respecto a la distancia y el tiempo de viaje entre Ixiamas y La Paz al utilizar la nueva ruta propuesta. De hecho, la distancia entre La Paz e Ixiamas aumentaría en comparación con la carretera existente a través de Rurrenabaque (682 km y 551 km, respectivamente). Esta diferencia de 131 km resultaría en cinco horas adicionales de viaje. El escenario seria aun peor para los que viajarían desde San Buenaventura hacia La Paz, con una distancia adicional de 239 km. Además, la ruta entre Ixiamas y Rurrenabaque es una de las mejores carreteras de grava de la región, con buenas condiciones de superficie y con la mayoría de los puentes principales en funcionamiento. Cabe notar que la pavimentación de la carretera entre Rurrenabaque y La Paz bajo el programa de inversión Corredor Norte[11] es una prioridad gubernamental (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000) que ya se encuentra en la fase de análisis del proyecto[12]. Este proyecto mejorará las condiciones actuales de la superficie, reduciendo el tiempo y los costos de transporte en la ruta actual. La construcción del gran puente que conecta a San Buenaventura y Rurrenabaque se proyecta para dentro de un par de años (Fernando Ochoa, SNC, comunicación personal, 2006). Estos hechos contribuirán a que el trayecto actual entre Ixiamas y La Paz a través de Rurrenabaque sea mucho menos costoso que antes y, a la vez, reducirá aun más la necesidad de una ruta a través de Madidi para viajar a la ciudad capital.

[11] *www.corredor-norte.com*

[12] *Se espera que el mejoramiento del tramo Rurrenabaque-Yucumo se empieze en 2008 (Fernando Ochoa, Servicio Nacional de Caminos, comunicación personal, 2006).*

e identified the main justifications for the road, based on Contegral SID (1999), as:

- Reducing travel costs between La Paz and Ixiamas;
- Providing access to important markets and basic services;
- Opening international markets to the north;
- Providing land for colonization, natural resource use and agriculture production;
- Reducing travel costs between Ixiamas and Apolo.

Lowering La Paz–Ixiamas travel costs

Treviño *et al.* (2003) demonstrated that there are no gains in travel distance or time between Ixiamas and La Paz through the new proposed route. It would actually increase the distance between La Paz and Ixiamas in comparison to the existing road through Rurrenabaque (682 km and 551km, respectively), a difference of 131km, which would result in an additional 5 hours of travel. The scenario would be even worse for those traveling from San Buenaventura and La Paz, resulting in additional 239 km.

Further, the route from Ixiamas to Rurrenabaque is now one of the best gravel roads in the region, with good surface conditions and most of the crucial bridges in place. It has to be noted that the pavement of the Rurrenabaque-La Paz road under the *Corredor Norte* investment program[11] is a governmental priority (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000) already under project analysis and will further improve current road surface conditions, decreasing time and transportation costs on the current route[12]. The large bridge connecting San Buenaventura and Rurrenabaque is also projected to be in place (within several years; Fernando Ochoa, SNC, personal communication, 2006). These facts will make the current trip from Ixiamas to La Paz through Rurrenabaque much less costly than before, diminishing the usefulness of the route through Madidi for travel to the capital city.

[11] *www.corredor-norte.com*

[12] *It is expected that the improvement of the section Rurrenabaque-Yucumo will start in 2008 (Fernando Ochoa, Servicio Nacional de Caminos, personal communication, 2006).*

COSTOS COMPARATIVOS ENTRE LA RUTA ACTUAL Y LA RUTA PROPUESTA ENTRE IXIAMAS Y LA PAZ

Se confirmaron las conclusiones de Treviño *et al.* (2003) mediante la utilización de las mismas relaciones de HDM-4 y los parámetros de vehículos y carreteras utilizados en este análisis (ver la sección "Metodología" para mayores los detalles). El tiempo adicional para un *vehículo promedio*[1], necesario para viajar entre Ixiamas y La Paz, sería de 4,72 horas, con una reducción del 10% en la velocidad promedio y un aumento considerable de US$156/vehículo en el costo total de los usuarios de la carretera (CTU).

También se analizó el efecto neto que la pavimentación de parte de la ruta actual (Rurrenabaque-La Paz bajo el Proyecto Corredor Norte) tendrá sobre el tiempo de viaje de un vehículo promedio que decida utilizar la ruta propuesta en vez de la ruta actual. Esto resultaría en un tiempo adicional de 6,12 horas, con una disminución del 20% de la velocidad promedio y un aumento considerable de US$235/vehículo en el CTU.

[1] *Nosotros consideramos un vehículo promedio para los cuatro vehículos presentados en el Anexo.*

Acceso a los mercados locales y servicios básicos

Esta justificación se puede subdividir en dos: la provisión de una conexión inicial por carretera entre comunidades aisladas y los mercados y servicios públicos, y el mejoramiento de la conexión entre los mercados de Apolo e Ixiamas.

En los años noventa, la carretera que une a Tumupasa con Apolo era totalmente inexistente. Por lo tanto, las comunidades que se encuentran entre Apolo y Azariamas y la comunidad de San José de Uchupiamonas carecían de acceso por carretera a los mercados y servicios públicos. Anteriormente, los viajes se hacían utilizando senderos, o senderos y ríos, respectivamente. Por lo tanto, había una justificación válida para construir ese tipo de tramos de carretera cuyo propósito era proporcionar la "primera carretera" o el "acceso básico" [13], considerado por algunos como un derecho humano, similar al acceso a los servicios básicos de salud y educación (Lebo y Schelling 2000). Actualmente, estas comunidades disponen de conexiones por carretera, las cuales, aunque algunas veces son intransitables, están programadas para ser mejoradas por el Servicio Departamental de Caminos (SEDCAM)[14].

[13] *El término accesibilidad básica se refiere al primer acceso por carretera a los mercados y actividades de valor social, tales como servicios médicos, educación y empleo (Lebo y Schelling 2000).*

[14] *SEDCAM 0846/2005, 3 de mayo de 2005 (en Treviño 2005).*

COST COMPARISON BETWEEN THE CURRENT AND THE PROPOSED ROUTE BETWEEN IXIAMAS AND LA PAZ

We confirmed Treviño *et al.*'s (2003) findings by using the same HDM-4 relationships and vehicle and road parameters used in this study (please see the "Methodology" section for details). The extra time necessary for an *average vehicle*[1] to travel between Ixiamas and La Paz would be 4.72 hours, with a decrease in average speed of 10% and a considerable increase of US$156/vehicle in RUC.

We also analyzed the net effect of paving part of the current route (Rurrenabaque-La Paz under the Corredor Norte Project) on the travel time of an average vehicle choosing to take the proposed route instead of the current. This would result in an extra time of 6.12 hours, with a decrease in average speed of 20% and a considerable increase of US$235/vehicle in RUC.

[1] *We consider the average for the four vehicle types described in the Annex.*

Access to local markets and services

This justification can be sub-divided into two, the provision of a first road connection to markets and public services for isolated communities, and the improving of such connections for Apolo and Ixiamas.

In the 90's the road linking Tumupasa to Apolo was completely non-existent. Therefore, communities lying between Apolo and Azariamas and the community of San José de Uchupiamonas had no road access to markets and public services. Travel was made by trails or trails and rivers, respectively. Therefore, there was a valid justification for constructing such road sections aimed at providing "first road", or "basic" access[13], seen by some as a basic human right, similar to the provision of basic health care and education (Lebo & Schelling 2000). Now, these communities are currently having road connections which, though sometimes impassable, are slated for improvement by Servicio Departamental de Caminos (SEDCAM)[14].

[13] *As basic accessibility we consider that which provides first road access to markets and socially valuable activities such as medical services, education, and employment (Lebo & Schelling 2000).*

[14] *SEDCAM 0846/2005, 3rd May 2005 (in Treviño 2005).*

La segunda justificación en ese tema es que la conexión de los mercados de Apolo e Ixiamas induciría importante crecimiento en el desarrollo local. Pero esta justificación es atenuada por el hecho de que estos dos mercados no son complementarios ni grandes. La economía de ambas ciudades se centra en el sector primario cuyas actividades principales son la ganadería, la extracción de madera y la agricultura a pequeña escala. Por lo tanto, el objetivo lógico para el comercio, tanto para Apolo como para Ixiamas, es la ciudad capital, La Paz.

Acceso a los mercados internacionales del norte

Hay dos argumentos importantes que debilitan esta justificación[15]. Primero, este tipo de beneficio dependería en gran medida de la construcción de otra carretera que conecta a Ixiamas y El Chivé en el norte de La Paz[16]. Sin embargo, la prioridad gubernamental actual es el mejoramiento de la ruta actual comprendida en el Corredor Norte, mencionado anteriormente, pasando a través de Rurrenabaque y haciendo el mismo enlace entre La Paz y Cobija. Por lo tanto, es muy poco probable que esta carretera se construya con estándares adecuados de diseño y mantenimiento, por lo menos durante la próxima década[17].

El otro argumento, identificado bajo la sección "*Reducción de los costos de viaje en el tramo La Paz-Ixiamas*", muestra que aun con la construcción de la carretera Ixiamas-El Chivé, los vehículos que viajan entre La Paz y El Chivé (o Cobija, Perú y Brasil) difícilmente preferirían usar la nueva ruta (La Paz-Apolo-Ixiamas) propuesta, ya que incurrirían en mayores costos de viaje.

Tierras para colonización, uso de recursos naturales y producción agrícola

La colonización en la región es promovida principalmente por la CSUTCB[18] y el Movimiento Sin Tierra, que incluye a población rural y urbana de las tierras altas que ha

[15] *Esta fue la principal justificación ofrecida por Contegral SID (1999) para la construcción de la carretera Apolo-Ixiamas, aun cuando su análisis económico mostraba que no era factible.*

[16] *El proyecto de desarrollo de la carretera de San Buenaventura-Cobija, que comprende el tramo de carretera Ixiamas-El Chivé, fue analizado en 1989 por el Servicio Nacional de Caminos (SNC 1989), quien encontró que éste sería económicamente viable solamente si se realizaran inversiones masivas en la colonización, ya que los beneficios derivados del ahorro en el CTU serían muy escasos.*

[17] *No obstante, la Prefectura del Departamento de La Paz ha mostrado interés en construir esta carretera en los próximos años, asignó un presupuesto limitado –e insuficiente– para el comienzo.*

[18] *Confederación Sindical Única de Trabajadores Campesinos de Bolivia.*

The second justification is that connecting Apolo's and Ixiamas' markets will considerably induce local development. But this justification is attenuated by the fact that these two markets are neither complementary nor large. The economy of both towns focuses on cattle raising, timber and small scale agriculture. Therefore, the logical trade target for both is the capital of La Paz.

Access to international markets to the north

There are two main points that weaken this justification[15]. First, benefits of such kind are largely dependent on the construction of another road from Ixiamas to El Chivé in Northern La Paz[16]. However, the current governmental priority is the improvement of the current route comprised by the aforementioned *Corredor Norte*, passing through Rurrenabaque and with the same role of connecting La Paz to Cobija. Therefore, it is very unlikely that this road will be constructed with adequate design and maintenance standards within at least the next decade[17].

Another point already identified in section "*Lowering La Paz-Ixiamas travel costs*" shows that even with the construction of the Ixiamas-El Chivé road, vehicles traveling from La Paz to El Chivé (or Cobija, Peru and Brasil) would hardly prefer to take the new proposed route (La Paz-Apolo-Ixiamas) as it would incur higher travel costs.

Lands for colonization, natural resource use and agriculture production

Colonization in the region is mostly promoted by the CSUTCB[18] and the Landless Movement, which include both highland rural people and urban poor forced to the lowlands to search for subsistence livelihoods, and also timber speculators (WCS Bolivia 2005a). But the majority of lands along the proposed route are inappropriate for such use. The piedmont mountain ridges are generally steep (Figure 4) and composed of quaternary sediments with strongly acid to neutral soils which are poor in nutrients,

[15] *This was the main justification given by Contegral SID (1999) for the construction of the Apolo-Ixiamas road even while their economic analysis showing the road to be infeasible.*

[16] *The San Buenaventura-Cobija road project, which comprises the Ixiamas-El Chivé section, was analyzed in 1989 by the Servicio Nacional de Caminos (SNC 1989), which found that it would only be economically feasible with massive investments in colonization, because benefits from RUC savings would be very small.*

[17] *Nevertheless, the Prefecture of the Department of La Paz has shown interest in building this road in the next few years by allocating a very small –and insufficient– budget for the start up.*

[18] *Confederación Sindical Única de Trabajadores Campesinos de Bolivia.*

sido forzada a desplazarse hacia las tierras bajas en busca de modos de vida de subsistencia, y también por los especuladores de madera (WCS Bolivia 2005a). Sin embargo, la mayoría de las tierras adyacentes a lo largo de la ruta propuesta no son tierras adecuadas para uso agrícola. Las crestas del piedemonte suelen ser empinadas (Gráfica 4), formadas por sedimentos cuaternarios con suelos entre neutrales y muy ácidos cuyos nutrientes son escasos, adecuados únicamente para uso forestal limitado (Gráfica 5). Los suelos de las planicies son entre profundos y muy profundos con texturas predominantemente finas, y por lo general son compactos y escasamente drenados, entre neutrales y muy ácidos y con baja fertilidad (Euroconsult 1999).

De igual importancia son las restricciones legales sobre el uso de la tierra para la extracción de madera o la agricultura en el tramo donde la carretera atraviesa el área protegida. Desafortunadamente, el gobierno carece de recursos para hacer cumplir la ley de manera estricta; por lo tanto, una carretera de este tipo probablemente provocaría la expansión de la agricultura de rentabilidad marginal y la extracción no controlada de madera. Es importante hacer notar que el área protegida Madidi canaliza montos considerables de fondos hacia la región (Fleck *et al.* 2006) y promueve el desarrollo regional con actividades relacionadas con la conservación y el turismo. Este tipo de inversiones se verían amenazadas por la ocupación sin control provocada por la carretera. Las inversiones en conservación que se han realizado anteriormente en el área, en particular las relacionadas con asistencia técnica dirigida a mejorar los ingresos locales y fomentar la producción sostenible, quedarían totalmente perdidas. Entonces, aunque algunos habitantes locales podrían ver algunos beneficios de la carretera, también incurrirían en costos y, además, no está claro si el efecto neto sería positivo para muchos, particularmente porque nuevos migrantes competirían por la tierra y los recursos.

Viajes menos costosos entre Ixiamas y Apolo

Quizá esta sea la única justificación (o la más válida) para la carretera. La nueva ruta bajo consideración acortaría el viaje actual de 969 km entre Ixiamas y Apolo a una distancia de 264 km, lo que equivale a una reducción del 73% (Tabla 1). Esto reduciría considerablemente el CTU. Lo que no se sabe es cuál sería el número real de personas que utilizarían la carretera, considerando el punto sobre la ausencia de mercados complementarios anteriormente mencionado, y si la inversión por beneficiario es un uso razonable de los fondos públicos para Bolivia, o para cualquier otro país.

TABLA 1 – DISTANCIA ENTRE DIFERENTES DESTINOS (TOMADO DE TREVIÑO *ET AL.* 2003)

Tramos de carretera	Distancia (km)
Apolo – Charazani – La Paz – Rurrenabaque – Ixiamas	969,6
Apolo – Azariamas – San José de U. – Tumupasa – Ixiamas	264,0

suitable only for limited forestry use (Figure 5). The plains have deep to very deep soils with predominantly fine textures, generally compact and poorly drained, neutral to very acid and poor in fertility (Euroconsult 1999).

Equally important, there is legal restriction on logging and agricultural land uses, as the road crosses the Madidi protected area. Unfortunately, the government lacks the resources to fully enforce the law, so the road would likely spark an expansion of marginally profitable agriculture, plus uncontrolled logging. It is important to note that the Madidi protected area channels considerable sums of money to the region (Fleck et al. 2006) and fosters regional development with activities related to conservation and tourism. Such investments would be threatened by an uncontrolled occupation unleashed by the road. Past conservation investments in the area, particularly those related to improving local incomes and fostering sustainable production, would be lost. So, while some locals would likely see some benefits from the route, they would also incur costs, and it is not clear that the net effect would be positive for many, particularly as new migrant compete for land and resources.

Less costly trips between Ixiamas and Apolo

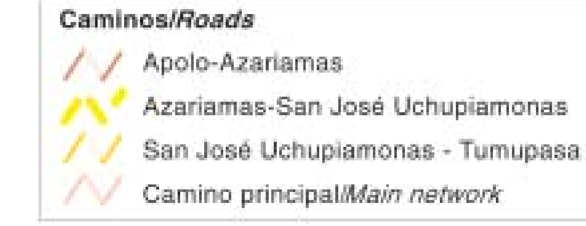
This is perhaps the only (or most) valid justification for the road. The new route under consideration would shorten the current trip of 969 km between Ixiamas and Apolo to a distance of 264 km, the equivalent of a 73% reduction (Table 1). This would reduce RUC significantly. The question that remains is how many people would actually use the road, considering the weak justification of market connections mentioned before, and whether the investment per beneficiary is a reasonable use of public funds for Bolivia – or any other country.

TABLE 1 – DISTANCE BETWEEN DIFFERENT DESTINATIONS (FROM TREVIÑO *ET AL.* 2003)

Road sections	Distance (km)
Apolo – Charazani – La Paz – Rurrenabaque – Ixiamas	969,6
Apolo – Azariamas – San José de U. – Tumupasa – Ixiamas	264,0

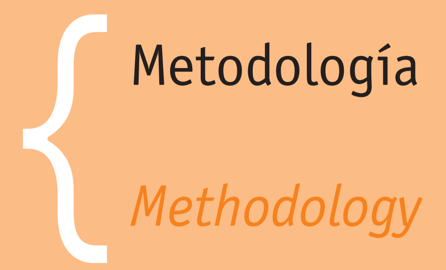
GRÁFICA 4 – TOPOGRAFÍA A LO LARGO DE LA CARRETERA

FIGURE 4 – TOPOGRAPHY ALONG THE ROAD



GRÁFICA 5 – VOCACIÓN DEL SUELO PARA USO ECONÓMICO (EUROCONSULT 1999)

FIGURE 5 – SOIL SUITABILITY FOR ECONOMIC USE (EUROCONSULT 1999)



Metodología

Methodology

Beneficios económicos derivados de la construcción de la carretera

Se calcularon los beneficios económicos netos generados por la consolidación del tramo de carretera entre Apolo e Ixiamas, adoptando la ruta identificada por Contegral SID (1999) como la mejor alternativa. Ésta sigue el valle de Tuichi y consta de tres tramos: Apolo-Azariamas, Azariamas-San José de Uchupiamonas y San José de Uchupiamonas-Tumupasa. Desde Tumupasa la ruta continúa a través de la carretera existente hacia Ixiamas.

En este análisis, solamente se consideró la construcción del tramo de carretera aún inexistente entre Azariamas y San José de Uchupiamonas (en adelante denominada AZA-CHU). Éste constituye la parte central de la ruta Apolo-Ixiamas y es el tramo con los impactos potencialmente más dañinos en el área protegida (Salinas 2004). Además, es el segmento que presenta los costos de construcción más altos (Contegral SID 1999). No se consideraron en nuestro análisis los tramos de carretera existentes, debido a que éstos ya brindan acceso básico a las comunidades adyacentes y que pronto serán rehabilitados y mejorados por el SEDCAM. Para propósitos de este análisis consideramos que estos tramos de carretera serán aceptablemente transitables para cuando se concluya la construcción de la carretera de AZA-CHU.

Se definió una zona de influencia económica directa de la carretera para identificar a los beneficiarios potenciales del proyecto. Se incluyó a todas las comunidades del municipio de Apolo y a las comunidades de los municipios de Ixiamas y San Buenaventura que se encuentran a lo largo de las carreteras de San Buenaventura-Ixiamas, Ixiamas-Alto Madidi y Tumupasa-San José de Uchupiamonas, un total de 26.074 personas[19]. Esto es un cálculo generoso, ya que es probable que solamente algunos de ellos hagan uso de la carretera o se beneficien de ella.

Los beneficios derivados de la construcción de la carretera AZA-CHU se calculan en base al ahorro en el costo total de los usuarios de la carretera (CTU) para aquellos vehículos que se desvían de la ruta actual Apolo-Charazani-La Paz-Rurrenabaque-Ixiamas (caso base/sin proyecto; Gráfica 6) para tomar la nueva ruta proporcionada por la carretera proyectada (AZA-CHU; caso alternativo/con proyecto; Gráfica 7).

El ahorro en el CTU se calcula utilizando el estándar de la industria, la Herramienta para el Desarrollo y Gestión de Carreteras (HDM-4), desarrollada por el Banco Mundial para orientar la planificación y la inversión en carreteras[20]. Ésta utiliza el enfoque del

[19] *Según datos de proyecciones para 2005 de INE (2005b), y del SIG de la base de datos del Parque Nacional Madidi.*

[20] *Esto es una versión actualizada del HDM-3, utilizada por Contegral SID (1999) y Reid (1999) en sus análisis.*

Economic benefits from road construction

We estimate the net economic benefits generated by the consolidation of the road link between Apolo and Ixiamas, adopting the route identified by Contegral SID (1999) as the best alternative. It follows the Tuichi valley and has three sections, Apolo-Azariamas, Azariamas-San Jose de Uchupiamonas y San José de Uchupiamonas-Tumupasa. From Tumupasa the route continues through the existing road to Ixiamas.

In this analysis, we only consider the construction of the missing section between Azariamas and San José de Uchupiamonas (hereafter AZA-CHU). This is the central part of the Apolo-Ixiamas route and the section with the most potentially damaging impacts on the protected area (Salinas 2004). It is also the portion with the highest construction costs (Contegral SID 1999). We don't consider the existing roads sections in our analysis as they already provide basic access to communities and will be soon rehabilitated and improved by SEDCAM. For the purpose of this analysis we consider that these road sections will provide adequate passability at the time AZA-CHU road construction has finished.

We define the road's direct socioeconomic influence zone to identify the potential beneficiaries of the project. We include all communities from the municipality of Apolo and those communities from the municipalities of Ixiamas and San Buenaventura located along the San Buenaventura-Ixiamas, Ixiamas-Alto Madidi and Tumupasa-San José de Uchupiamonas roads, a total of 26.074 individuals[19]. This is a generous estimate of beneficiaries, as few of them are likely use the road or benefit from it.

Benefits of the AZA-CHU road construction are estimated by RUC savings from vehicles diverted from the current route Apolo-Charazani-La Paz-Rurrenabaque-Ixiamas (base case/with no project; Figure 6) to the new route provided by the projected road (AZA-CHU; alternative case/with project; Figure 7).

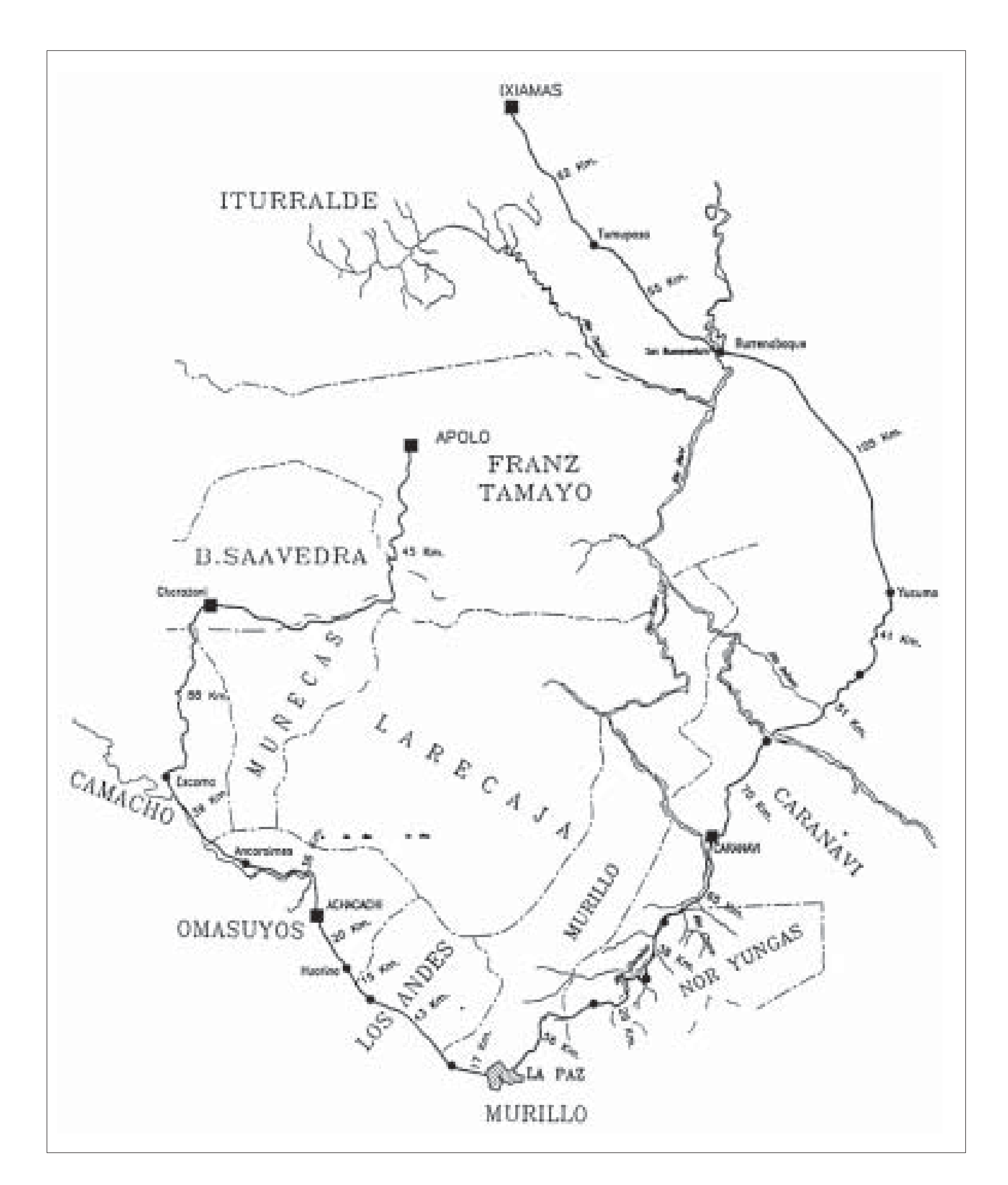
RUC savings are estimated using the industry-standard Highway Development and Management Tool (HDM-4) developed by the World Bank to guide road planning and investment[20]. It uses the consumer surplus approach to estimate benefits from RUC savings in roads under specific standards and development schemes. HDM-4 is built within a Cost-Benefit Analysis framework and Net Present Value (NPV[21]) and Internal

---

[19] *According to projection data for 2005 from INE (2005b), and GIS from the Madidi database.*

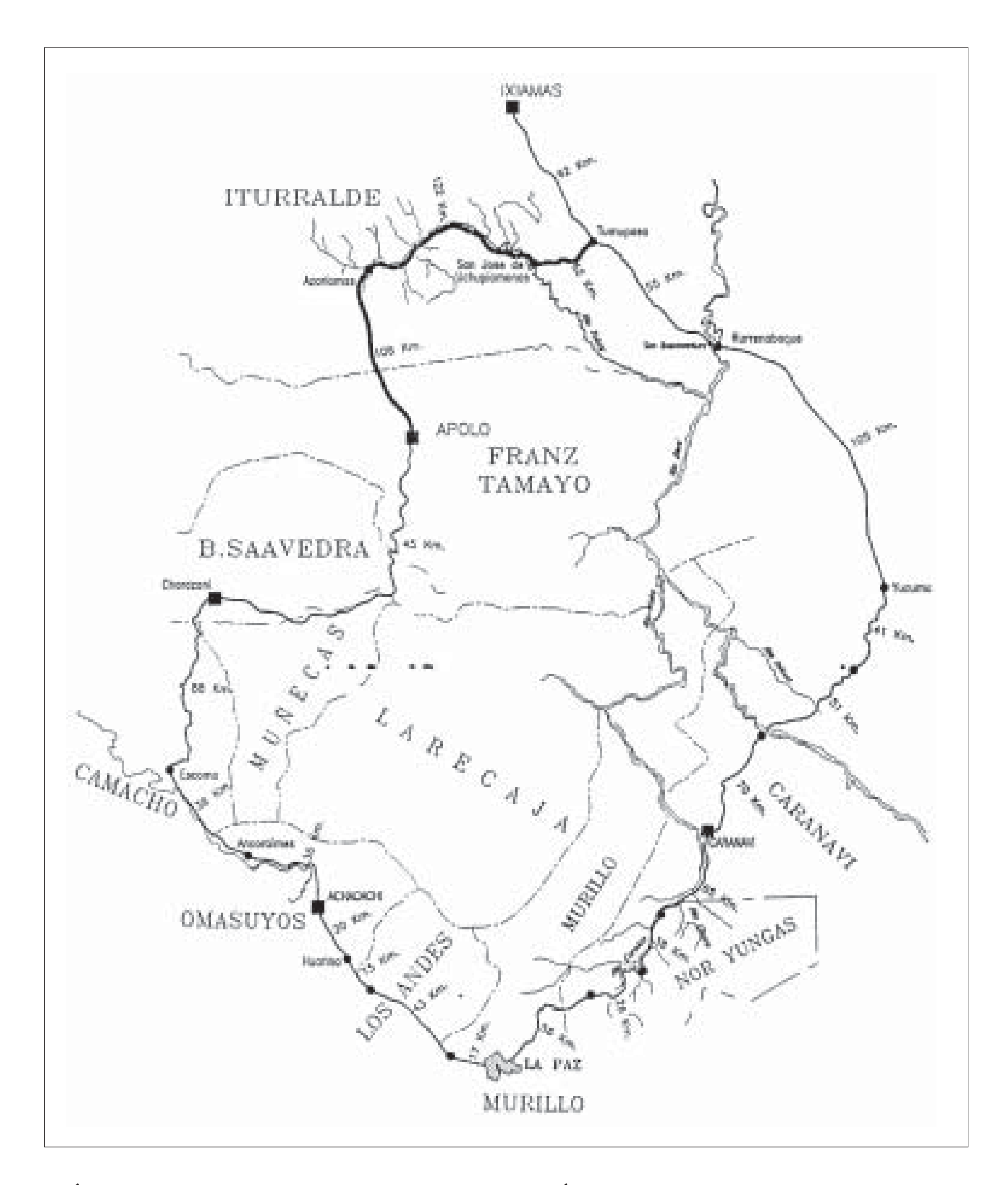
[20] *It is an updated version of HDM-3 which was used by Contegral SID (1999) and Reid (1999) in their analyses.*

[21] $$NPV = \sum_{t=0}^{25} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$ *, where **B** is benefits, **C** is costs, **r** is discount rate and **t** is time.*



GRÁFICA 6 – CASO BASE (FUENTE: CONTEGRAL SID 1999)

FIGURE 6 – BASE CASE (SOURCE: CONTEGRAL SID 1999)



GRÁFICA 7 – CASO ALTERNATIVO CON CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA (FUENTE: CONTEGRAL SID 1999)

FIGURE 7 – ALTERNATIVE CASE WITH ROAD CONSTRUCTION (SOURCE: CONTEGRAL SID 1999)

excedente del consumidor para calcular los beneficios derivados del ahorro en el CTU, en carreteras con estándares específicos y esquemas de desarrollo. La HDM-4 está integrada en un Análisis Costo-Beneficio, y el Valor Actual Neto (VAN[21]) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son indicadores de resultado utilizados para determinar si una inversión es económicamente factible[22]. Los costos de un proyecto carretero económicamente factible deben ser compensados con el ahorro en el CTU. El análisis HDM-4 requiere de una serie extensa de datos, incluyendo diferentes parámetros de diseño y calidad de carreteras, parámetros de vehículos, tráfico actual y proyectado; y entre los costos se incluyen los costos de construcción y mantenimiento de carreteras y los costos de usuarios de carretera. En nuestro análisis se considera una tasa de descuento del 12%, típica para proyectos de carreteras en Bolivia, en un horizonte de tiempo de 25 años.

Parámetros y costos de carreteras y de usuarios

Se evaluó la construcción de una carretera de grava de categoría III con calzada de 7 metros y arcenes de 1 metro de ancho, según especificaciones del Plan Maestro de Transporte por Superficie (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000) y apropiado para carreteras rurales de bajo volumen. Estas dimensiones también fueron usadas por Contegral SID (1999).

Los parámetros y costos de carreteras y usuarios se estimaron utilizando datos disponibles a partir de un análisis anterior sobre la carretera (Contegral SID 1999), tomados del Plan Maestro de Transporte por Superficie (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000), y de investigaciones de campo y entrevistas. Los datos se actualizaron a través del Índice de Precios al Consumidor, y el PIB y tasas de crecimiento demográfico. Los costos se presentan como valores económicos (no financieros) para reflejar la oferta y la demanda real de los recursos.

Para los costos de construcción y mantenimiento de la carretera, nuestras estimaciones se basaron en las de Contegral SID (1999), convertidas a dólares de 2005. Están incluidos los costos de mitigación de los impactos ambientales directos derivados de la construcción de la carretera relacionados a movimientos de tierra. Dado que la categoría de carretera utilizada en el análisis de Contegral es la II y que para nuestro proyecto se utilizó la categoría III, que es menos costosa, se deben multiplicar los costos de construcción por un factor de conversión de 0,958, obtenido a partir del promedio de las relaciones de costos para proyectos similares de carreteras en Bolivia (Viceministerio de Comunicación,

---

21 $VAN = \sum_{t=0}^{25} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$ *, en donde **B** = beneficios, **C** = costos, **r** = tasa de descuento y **t** = tiempo.*

22 *Un Valor Actual Neto (VAN) superior a cero y una Tasa Interna de Retorno (TIR) superior a la tasa de descuento elegida indican una inversión económicamente factible.*

Rate of Return (IRR) are outcome indicators used to determine whether or not an investment is economically feasible[22]. In an economically feasible road project costs should be offset by RUC savings. HDM-4 requires a large data set for analysis, including several road design and quality parameters, vehicle parameters, current and projected traffic, and among costs are road construction and maintenance costs and road user costs. In our analysis, we consider a 12% discount rate, typical from road projects in Bolivia, and a time horizon of 25 years.

Road and user parameters and costs

We evaluate the construction of a category III gravel road with a seven-meter carriageway and one meter shoulders, according to specifications from the Plan Maestro de Transporte por Superficie (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000) and appropriate for low-volume rural roads. These dimensions were also used by Contegral SID (1999).

Road and user parameters and costs were estimated using data available from past analysis of the road (Contegral SID 1999), from the Plan Maestro de Transporte por Superficie (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000), and from field surveys and interviews. Data were corrected when necessary by Consumer Price Index, and GDP and population growth rates. Costs are given as economic (rather than financial) values, reflecting actual supply and demand for resources.

For road construction and maintenance costs we base our estimates on those from Contegral SID (1999) updated to 2005 dollars. Costs of mitigation of direct environmental impacts from road construction related to the movement of earth are included. The road category used in Contegral's analysis is II and for our project we use the less costly category III, so multiply construction costs by a conversion factor of 0.958, obtained from average cost relationships for similar road projects in Bolivia (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000) (See Table 2). Our cost values are likely underestimates if compared to costs incurred by similar roads in Bolivia (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000; Treviño *et al.* 2003). The period of construction is 5 years with the following expenditure plan: 1º year: 30%, 2º and 3º: 20%, 4º and 5º: 15%. We consider a salvage value of 40% after the 25 years of analysis. The surface condition[23] of the projected road is defined as IRI 12, which is better than the average of 14 observed for Bolivian unpaved roads (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000). This will result in a slight overestimation of road benefits.

---

[22] *An NPV above zero and an IRR above the chosen discount rate indicate an economically feasible investment.*

[23] *The surface condition of a road is an important parameter for estimating RUC savings and is generally described by the International Roughness Index (IRI), which ranges from 0 to 25 (25 being the worst).*

Transporte y Aeronáutica Civil 2000) (ver Tabla 2). Los valores de nuestros costos podrían ser excesivamente bajos si se comparan con los costos en que se ha incurrido en carreteras similares en Bolivia (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000; Treviño *et al.* 2003). El período de construcción es de cinco años con el plan de desembolsos siguiente: primer año: 30%; segundo y tercer año: 20%; cuarto y quinto año: 15%. Se consideró un valor de rescate del 40% para la infraestructura de la construcción tras los 25 años de análisis. La condición de la superficie[23] de la carretera proyectada se define como IRI 12, la cual es mejor que el promedio de 14 observado para carreteras no pavimentadas en Bolivia (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000). Esto tendrá como resultado que el cálculo de los beneficios de la carretera será levemente excesivo.

TABLA 2 – COSTOS QUE SUPONE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA

Costos	US $/km	Total (US$)[1]
Construcción	728.939,00	65.604.466,00
Mantenimiento anual	756,86	68.117,00

1 Longitud de la carretera = 90 km.

Se realizó un segundo análisis para evaluar el efecto que la pavimentación de la carretera La Paz-Rurrenabaque, bajo el Proyecto Corredor Norte, podría tener en los beneficios derivados de ahorros en el CTU de la construcción del tramo AZA-CHU. La pavimentación de la carretera La Paz-Rurrenabaque reducirá el CTU actual al mejorar las condiciones de la misma. Se asume que esta mejora reducirá el promedio de rugosidad en la carretera a un IRI de 4[24]. Para realizar este análisis se asumió una pavimentación completa para el año 2015, de manera que los beneficios comienzan a acumularse de ese año en adelante. No se incluyeron los beneficios de ahorro en CTU derivados de la ampliación y las mejoras en la geometría de las carreteras que probablemente se realizarán en diferentes tramos del Corredor Norte. Este supuesto también contribuye a que se sobreestimen los beneficios derivados de la construcción de la carretera propuesta.

Ver la tabla con los datos de entrada más relevantes respecto al costo total de usuarios de la carretera en el Anexo.

23 *La condición de la superficie de una carretera es un parámetro importante para calcular el ahorro en el CTU y por lo general se describe por el Índice Internacional de Rugosidad/Regularidad (IRI), que oscila entre 0 y 25 (en donde 25 es el peor).*

24 *Esto es una condición justa para carreteras pavimentadas, pero puede considerarse como un enfoque conservador, ya que el IRI promedio para carreteras pavimentadas en Bolivia se calcula oficialmente como 2.5 (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000).*

TABLE 2 – COSTS INVOLVED WITH THE CONSTRUCTION OF THE ROAD

Costs	US$/km	Total (US$)[1]
Construction	728,939.00	65,604,466.00
Annual maintenance	756.86	68,117.00

1 Road length = 90 km.

We carried out a second analysis assessing what effect the paving of the La Paz – Rurrenabaque road, under the Corredor Norte Project, could have on the RUC benefits of the construction of the AZA-CHU road. Paving the La Paz – Rurrenabaque road will reduce current RUC by improving road conditions. We assume that this improvement will reduce the average road roughness to an IRI of 4[24]. For such analysis we assume a complete paving by 2015, from which point benefits start to accrue. We do not include RUC benefits from road widening and improvements in road geometry likely to occur for several *Corredor Norte* sections. This assumption also tends to overestimating benefits from the construction of the proposed road.

See table with the most relevant RUC input data in the Annex.

Current and projected traffic

Benefits from road investments are closely related to traffic levels[25]. In our analysis we estimate benefits from a new road where no previous traffic exists. We therefore assess potential diverted traffic from the current route –Apolo-Ixiamas through La Paz. We also include generated and induced traffic by attributing higher traffic growth rates once the new road is constructed.

We consider an optimistic traffic level of 12 vehicles per day (AADT[26]), 2 Toyota Landcruiser Jeeps, 2 medium buses, 4 medium trucks and 4 heavy trucks, according to the proportion observed in Contegral SID (1999). This represents 120% of all AADT for the section Apolo-Charazani as of 2000 (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000), and 71% growth rate from the traffic projected by Contegral in 1999 (while the growth rate for the 1998-2005 period observed in a reference road –Rurrenabaque-Yucumo– for the same period was no more than 25% (Contegral SID 1999; Provial, Servicio Nacional de Caminos 2005, unpublished traffic data).

24 *This is a fair condition for paved roads but can be considered a conservative approach as average IRI for Bolivian paved roads is officially estimated at 2.5 (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronautica Civil 2000).*

25 *Traffic can be divided in four categories: normal, generated, induced and diverted. Normal traffic is what is currently observed in the road, generated is what is stimulated locally by reduced transportation costs, induced is what is generated by local economic development due to the road improvement, and diverted is traffic that diverts from another road when the new one is considered advantageous.*

26 *AADT – Annual Average Daily Traffic.*

Tráfico actual y proyectado

Los beneficios derivados de las inversiones en carreteras están estrechamente relacionados con los niveles de tráfico[25]. En nuestro análisis se calcularon los beneficios derivados de una nueva carretera sin tráfico anterior. Por lo tanto, se evaluó el tráfico potencial desviado de la ruta actual –Apolo-Ixiamas a través de La Paz. También se incluyó el tráfico generado e inducido al atribuir índices de tráfico más elevados una vez que la nueva carretera haya sido construida.

Se consideró un nivel optimista de tráfico diario de 12 vehículos (TDPA[26]): dos jeeps Toyota Landcruiser, dos autobuses medianos, cuatro camiones medianos y cuatro camiones pesados, según la proporción observada en Contegral SID (1999). Esto representa el 120% de todo el TDPA para el tramo Apolo-Charazani para 2000 (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000), y el índice de crecimiento del 71% derivado del tráfico proyectado por Contegral en 1999; mientras que el índice de crecimiento para el período entre 1998 y 2005 observado en una carretera de referencia –Rurrenabaque-Yucumo– para el mismo período no superó el 25% (Contegral SID 1999; Provial, Servicio Nacional de Caminos 2005, información no publicada sobre tráfico).

Se calculó el tráfico normal para la ruta actual mediante el uso de diferentes enfoques. Éste se puede proyectar sobre la base del crecimiento demográfico para vehículos de pasajeros y sobre la base del crecimiento del PIB para camiones (Contegral SID 1999). También se pueden utilizar las tendencias históricas de tráfico, pero éstas se consideraron como un enfoque optimista de la proyección del promedio de tráfico normal para el ciclo de vida de un proyecto (Contegral SID 1999). Se calculó el índice promedio proyectado de crecimiento anual de la población para la zona de influencia de la carretera para el período 2000-2010 en 1,53% de acuerdo a las proyecciones del INE, aunque el disminuye en el transcurso del tiempo (INE 2005b). El PIB del Departamento de La Paz presentó un índice promedio de crecimiento anual del 1,6% para el período 1999-2004, mientras que Bolivia presentó un índice de crecimiento del PIB del 2,4% anual (INE 2005b). A la vez, la carretera Rurrenabaque-Yucumo, una carretera de referencia, presentó un índice anual promedio de aumento del tráfico del 3,2% entre 1998 (Contegral SID 1999) y 2005 (información no publicada sobre tráfico, Provial, Servicio Nacional de Caminos 2005).

---

[25] *El tráfico se puede dividir en cuatro categorías: normal, generado, inducido y desviado. El tráfico normal es el que se observa actualmente en la carretera; el generado es el que se estimula localmente a consecuencia de la reducción de los costos de transporte; el inducido es el generado por el desarrollo económico local debido al mejoramiento de la carretera; y el desviado es el que se desvía de otra carretera cuando la nueva carretera se considera ventajosa.*

---

[26] *TPDA – Tráfico Promedio Diario Anual (Annual Average Daily Traffic).*

We estimated normal traffic for the current route by using different approaches. It can be projected based on population growth, for passenger vehicles, and GDP growth for trucks (Contegral SID 1999). Historical traffic trends can also be used, but are considered an optimistic approach to projecting average normal traffic for the life cycle of a project (Contegral SID 1999). We estimated the projected average annual population growth rate for the road's zone of influence as being 1.53% according to INE's projection for the period of 2000-2010, although it tends to decrease over time (INE 2005b). The GDP of the Department of La Paz grew at an average annual rate of 1.6% for 1999-2004, while Bolivia's GDP grew 2.4% per year (INE 2005b). While the Rurrenabaque-Yucumo road, used as a reference road, presented a mean annual traffic growth rate of 3.2% from 1998 (Contegral SID 1999) to 2005 (unpublished traffic data, Provial, Servicio Nacional de Caminos 2005).

We then decided to use an average 3% growth rate for all vehicle types for the analysis period. For induced and generated traffic we consider an added 7% annual growth rate which makes a total 10% total annual traffic growth rate for all the analysis period after the construction has finished.

Evaluation of potential environment impacts

Several studies show the relationship between roads and deforestation in Amazon forests. Nevertheless, the majority of these studies have focused on the Brazilian Amazon, and there are currently few Bolivian studies analyzing this relationship. But there is evidence that roads such as the San Buenaventura-Ixiamas and Yucumo-Rurrenabaque have played important roles in inducing deforestation (Locklin & Haack 2003; WCS/CI 2005; Treviño 2005).

We identify the area of concentration of most indirect environmental impacts induced by the construction of the AZA-CHU road. We adopt a very optimistic assumption that appropriate road design and maintenance will be implemented mitigating most direct and many of the indirect environmental impacts. Therefore, we consider as the most likely uncontrolled indirect impacts activities such as harvesting of timber and non-timber forest products, and ultimately deforestation, particularly for small-scale agriculture or cattle ranching.

We project the affected area for the next 25 years based on the following criteria: topography, current patterns of human settlement and of land and natural resource use, accessibility through rivers and roads, and land suitability for economic activities (Euroconsult 1999). Locations and patterns were obtained from the Madidi Management Plan (WCS Bolivia 2005a) and the WCS GIS database for the protected area.

Por lo tanto, se decidió utilizar un índice promedio de crecimiento del 3% para todo tipo de vehículos para el período analizado. Para el tráfico inducido y generado se consideró un índice de crecimiento anual adicional del 7%, lo que da como resultado un índice total de crecimiento anual del tráfico del 10% para todo el período analizado, tras la conclusión de la construcción.

Evaluación de potenciales impactos ambientales

Varios estudios muestran la relación que existe entre las carreteras y la deforestación en los bosques amazónicos. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se han centrado en el Amazonas de Brasil y actualmente existen pocos estudios en Bolivia para analizar esta relación. Pero hay pruebas que demuestran que carreteras como las de San Buenaventura-Ixiamas y Yucumo-Rurrenabaque han desempeñado un rol importante en inducir una mayor deforestación (Locklin y Haack 2003; WCS/CI 2005; Treviño 2005).

Se identificó el área principal que podría ser la más afectada por la mayoría de impactos ambientales indirectos, derivados de la carretera AZA-CHU. Se asume con gran optimismo que se implementará el diseño y mantenimiento apropiado de la carretera, lo que mitigará la mayoría de los impactos ambientales directos y muchos de los indirectos. Por lo tanto, consideramos que los impactos indirectos más probables y sin control los constituyen actividades tales como la extracción de productos forestales maderables y no maderables, y en última instancia la deforestación, en particular para ganadería o agricultura de pequeña escala.

Se proyectó el área afectada para los próximos 25 años sobre la base de los criterios siguientes: topografía; patrones actuales de asentamientos humanos y de uso del suelo y recursos naturales; accesibilidad a través de ríos y carreteras; y aptitud del suelo para actividades económicas (Euroconsult 1999). Los lugares y patrones se tomaron del Plan de Manejo de Madidi (WCS Bolivia 2005a) y de la base de datos SIG de WCS para el área protegida.

También se proyecta un escenario potencial en donde habrá deforestación y se producirá la liberación de reservas de carbono hacia la atmósfera en el área afectada durante los 25 años del período de análisis. Se asume un escenario conservador de la deforestación inducida por la agricultura/ganadería a pequeña escala en tierras con topografía adecuada y accesibilidad mejorada por la nueva carretera. Nuestro índice de deforestación es optimista (es decir, bajo) y asume que sólo ocurrirá la colonización espontánea. El índice de deforestación se proyecta utilizando un modelo polinomial que asume índices iniciales de deforestación incremental, y luego una creciente conversión de tierras para la agricultura por parte de habitantes locales y colonizadores, la cual disminuye posteriormente cuando se ocupan las mejores tierras. Se asume de manera conservadora

We also forecast a potential scenario of deforestation and release of carbon stocks into the atmosphere to occur within the affected area in the 25-year analysis period. We assume a conservative scenario of induced deforestation for small-scale agriculture/cattle ranching based on lands with appropriate topography and improved accessibility by the new road. Our optimistic (i.e. low) deforestation rate assumes there will be only spontaneous colonization. The deforestation rate is projected using a polynomial model which assumes initial incremental deforestation rates that follow increased land conversion for agriculture by local inhabitants and colonizers, and later decreases when the best lands have been occupied. We conservatively assume deforestation and carbon releases starting only after the road is fully constructed.

Carbon losses are estimated as the net loss (release) from the conversion of closed canopy forests to shifting agriculture or permanent agriculture/pastures, according to carbon content of Madidi forests from Araujo-Murakami *et al*. (*in prep.*), and of converted lands in tropical areas from Brown & Pearce (1994) (in Pearce & Pearce 2001) (Table 3). We assume that current overall carbon absorption and release in Madidi's forests are in balance; therefore, the net flow is 0.

Carbon markets are still incipient but are expanding rapidly. Current carbon prices as traded under the Clean Development Mechanism (CDM) of the Kyoto Protocol are around US$5.64/tC. Nonetheless, carbon prices vary greatly, reaching much higher figures. Pearce & Pearce (2001) suggest a value of US$34/tC based on a review by Clarkson (2000). This value is based on estimations of the negative impact climate change induced by anthropogenic carbon emissions has on the global economy. We converted carbon losses into monetary values using both values mentioned above. We carry out a calculation of the present value of future losses using the same discount rate and analysis period as those of the road.

While this valuation is not immediately convertible into money, as markets for avoided deforestation are incipient (Fearnside & Barbosa 2003; Schlamadinger *et al.* 2005), it gives an idea of magnitude of economic costs posed by induced deforestation using market prices and global economy impact estimations.

TABLE 3 – CARBON CONTENT OF DIFFERENT TYPES OF VEGETATION

Land use	Carbon content (tC)
Madidi forests	209,5[1]
Shifting agriculture	79
Permanent agriculture/pasture	63

1 This is an average figure for Madidi vegetation types.

que la deforestación y la liberación de carbono se iniciaran solamente posterior a la conclusión de la construcción de la carretera.

Las pérdidas de carbono se calculan como la pérdida neta (liberación) derivada de la conversión de bosques densos en áreas de roza y quema, agricultura permanente o pastizales, según el contenido de carbono de los bosques de Madidi, tomado de Araujo-Murakami *et al*. (en preparación), y de las tierras convertidas en áreas tropicales, tomado de Brown y Pearce (1994) (en Pearce y Pearce 2001) (Tabla 3). Se asume que en la actualidad existe un equilibrio entre absorción y liberación general de carbono; por lo tanto, el flujo neto es igual a 0.

Los mercados de carbono todavía son incipientes, pero se están expandiendo rápidamente. El precio actual del carbono, comercializado bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto, es de aproximadamente US$5,64/tC. No obstante, los precios de carbono varían enormemente, y muchas veces alcanzan cifras mucho más altas. Pearce y Pearce (2001) sugieren un valor de US$34/tC en base a una revisión realizada por Clarkson (2000). Este valor se basa en cálculos del impacto negativo que el cambio climático inducido por emisiones antropogénicas ocasiona en la economía global. Las pérdidas de carbono se convirtieron en valores monetarios utilizando ambos valores mencionados anteriormente. Se realizó un cálculo del valor actual de las pérdidas futuras, aplicando la misma tasa de descuento y el mismo período de análisis utilizados para la carretera.

Aunque esta valoración no se convierte inmediatamente en un valor monetario ya que los mercados para la deforestación evitada son incipientes (Fearnside y Barbosa 2003; Schlamadinger *et al.* 2005), da una idea de la magnitud de los costos económicos que representa la deforestación inducida utilizando precios del mercado y estimativas de impacto económico global.

TABLA 3 – CONTENIDO DE CARBONO DE DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN

Uso del suelo	Contenido de carbono (tC)
Bosques de Madidi	209,5[1]
Roza y quema	79
Agricultura permanente / pastizales	63

[1] Esto es una cifra promedio para los tipos de vegetación de Madidi.

Análisis comparativo de las decisiones de inversión

La economía es una ciencia de dilemas (*trade-offs*) en un mundo de escasos recursos. A la luz del alto nivel de pobreza en la zona de influencia de la carretera (INE 2005b), así como de la baja capacidad de Bolivia para realizar inversiones de capital, se contextualizó la magnitud de los costos y beneficios del proyecto al indicar la inversión por beneficiario, al comparar costos con la renta regional generada por la población bajo influencia, y al

Comparative analysis of investment decisions

Economics is a science of trade-offs in a world of scarce resources. In light of the high poverty levels in the road's zone of influence (INE 2005b) and the low capacity for capital investment of Bolivia, we contextualize the magnitude of project costs and benefits by indicating investment per beneficiary, by comparing it to the regional income generated by the population under influence, and by comparing it to other expenditures on public services. We also compare project benefits to the income accrued by the regional economy due to Madidi's environmental qualities (Fleck et al. 2006). We use the same economic parameters used in the road construction analysis for comparative purposes[27].

We first demonstrate the present value of project construction and maintenance costs per road beneficiary, and then indicate how much it represents in present value of projected income per capita for the region. We use optimistic and pessimistic scenarios. The **pessimistic** case is based on net agricultural income in the municipality of Apolo (Plan de Desarrollo Municipal de Apolo 2000), where it averages US$ 104/year[28]. We use data from INE (2005b) to project real income growth based on a 1.6%/year GDP growth rate as observed for the Department of La Paz in the past few years (1999-2005), and population growth rate of 1.53%/year for the region based on projected rates for the period of 2006-2010. The **optimistic** scenario uses average gross income for the rural sector in Bolivia of US$300/year[29] (Jiménez & Lizárraga 2003), a real income growth rate of 3%/year and the same population growth rate of 1.53%/year.

We also compare project costs with public expenditures in health and education, using data from INE (2005a) to estimate current expenditures in the region under influence. Current annual health expenditures are around US$3.5 per capita, and education expenditures are around US$2.2. We estimate the PV of future expenditures using the same economic parameters of the road analysis, and applying a real growth rate in expenditures of 3% (larger than the recent regional GDP growth rates; INE 2005b).

Finally, we compare the present value of the benefits estimated for the road with the regional income generated by the Madidi protected area, according to Fleck et al. (2006).

---

[27] *r=12%, n=25 years.*

[28] *Net of production costs, considering an average household size of 6 individuals.*

[29] *Includes production for own subsistence.*

comparar ésta con otras inversiones en servicios públicos. También se compararon los beneficios del proyecto con los ingresos acumulados por la economía regional debido a las cualidades ambientales del Madidi (Fleck et al. 2006). Para efectos de comparación, se usaron los mismos parámetros económicos utilizados en el análisis de la construcción de la carretera[27].

Primero se demuestra el Valor Actual de los costos de construcción y mantenimiento por beneficiario de la carretera, y luego se indica cuánto representa éste en el valor actual de los ingresos *per capita* proyectados para la región. Se usaron escenarios optimistas y pesimistas. El caso **pesimista** se basa en los ingresos agrícolas netos del municipio de Apolo (Plan de Desarrollo Municipal de Apolo 2000), de US$104 anuales en promedio[28]. Se utilizaron datos del INE (2005b) para proyectar el crecimiento real de los ingresos en base a un índice de crecimiento del PIB del 1,6% anual, observado para el Departamento de La Paz en los últimos años (1999-2005), y de un crecimiento poblacional del 1,53% anual para la región en base a los índices proyectados para el período comprendido entre 2006 y 2010. Por otro lado, el escenario **optimista** utiliza el promedio de ingresos brutos del sector rural de Bolivia, de US$300 anuales[29] (Jiménez y Lizárraga 2003); un índice de crecimiento real de los ingresos del 3% anual; y el mismo índice de crecimiento demográfico del 1,53% anual.

También se comparan los costos del proyecto con los gastos públicos actuales en salud y educación según el INE (2005a) para el área bajo influencia del proyecto. Los gastos anuales actuales en salud son de aproximadamente US$3,5 per capita, en cuanto los gastos en educación están alrededor de US$2,2 per capita. Se estimó un valor actual de los gastos a realizarse en el futuro, utilizando los mismos parámetros económicos del análisis de la carretera, y aplicando un índice de crecimiento real de los gastos del 3% anual (que es mayor que las tasas recientes de crecimiento del PIB regional; INE 2005b).

Por último, se realiza una comparación entre el valor actual de los beneficios estimados para la carretera y los ingresos regionales generados por el área protegida de Madidi, de acuerdo con Fleck et at. (2006).

[27] *r = 12%, n = 25 años.*

[28] *Neto de los costos de producción, considerando un hogar promedio constituido por 6 personas.*

[29] *Incluye la producción para la propia subsistencia.*



Resultados

Results

Análisis de beneficios económicos utilizando el HDM-4

En un escenario optimista, la construcción de la carretera de Azariamas-San José de Uchupiamonas ocasionaría pérdidas netas a Bolivia por la suma de US$40.640.000. La tasa interna de retorno sería del 0,2%, muy inferior al mínimo del 12% establecido para la factibilidad. (Tabla 4). Esta proyección no asume la pavimentación de la mayor parte de la ruta actual, el tramo Rurrenabaque-La Paz bajo el proyecto del Corredor Norte. Si se asume la pavimentación de dicho tramo para 2015, las pérdidas por la construcción de la carretera Azariamas-San José se elevarían a US$42.300.000 y tendrían una TIR del -1,1%.

TABLA 4 – VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE LA CARRETERA E INDICADORES DE RESULTADO ECONÓMICO (US$)

Costos		Beneficios		Indicadores económicos	
Aumento de costos de administración		Ahorro en el Costo Total de los Usuarios de la Carretera (CTU)			
Capital (A)	Recurrente (B)	COV[1] (C)	CVT[2] (D)	Beneficio Económico Neto (VAN) (C+D)-(A+B)	TIR
53.390.000	320.000	10.390.000	2.680.000	**-40.640.000**	0,2% [3]

[1] COV = Costo de operación de vehículos.

[2] CVT = Costo de valor del tiempo.

[3] Número de soluciones = 1.

Costos ambientales

Se calculó que el área de concentración de los impactos ambientales indirectos sería de 125.000 hectáreas (Gráfica 9). En su mayoría esta área está constituida por tierras más planas y accesibles. Dentro de esta área se asume una deforestación de 18.000 hectáreas a consecuencia de la construcción de la carretera dentro del Madidi en el período de 25 años de análisis del proyecto (Gráfica 10). La deforestación se concentraría en las cercanías de la carretera y los ríos que facilitan el acceso a las tierras y los recursos naturales. También se asume que la pérdida forestal es probable en los alrededores de los actuales asentamientos humanos en Azariamas y sobre todo en San José de Uchupiamonas, situándose en tierras relativamente planas a lo largo del río Tuichi.

Una deforestación de este tipo resultaría en emisiones de entre 2,3 y 2,6 millones de toneladas de carbono derivadas de la conversión de los bosques en tierras bajo roza y quema, cultivos permanentes o pastizales. El valor actual de estas pérdidas varía entre US$3.042.089 y US$20.587.272 para el período bajo análisis (Tabla 5). Esto representa

Analysis of economic benefits using HDM-4

The construction of the Azariamas-San José de Uchupiamonas road would result, in an optimistic scenario, in US$40,640,000 net losses to Bolivia. The internal rate of return would be 0.2%, far below the minimum of 12% for feasibility (Table 4). This projection does not assume the paving of most of the Rurrenabaque-La Paz route under the *Corredor Norte* project. If we do assume that section is paved by 2015, the losses from the Azariamas-San José road climb to US$42,300,000, with an IRR of -1.1%.

TABLE 4 – PRESENT VALUE OF ROAD COSTS AND BENEFITS AND ECONOMIC OUTCOME INDICATORS (US$)

Costs		**Benefits**		**Economic indicators**	
Growth in administration costs		**Road User Cost (RUC) savings**			
Capital (A)	Recurrent (B)	VOC[1] (C)	VOT[2] (D)	Net Economic Benefit (NPV) (C+D)-(A+B)	IRR
53,390,000	320,000	10,390,000	2,680,000	**-40,640,000**	0.2% [3]

1 VOC=Vehicle Operating Cost.

2 VOT=Value of Time Cost.

3 Number of solutions = 1.

Environmental costs

We estimated the area where most indirect environmental impacts would be concentrated at around 125,000 ha (Figure 8). This area is largely made up of the flatter and more accessible lands. Within this area we assume 18.000 ha of deforestation as a result of the construction of the road within the Madidi in the 25 years of project analysis time (Figure 9). Deforestation is likely to be concentrated close to the road and rivers, which facilitate access to lands and natural resources. Also forest loss is assumed to occur close to current human settlements in Azariamas and especially San José de Uchupiamonas, situated on relatively flat lands along the Tuichi River.

Such deforestation would result in emissions of around 2.3-2.6 million tons of carbon from forest conversion to shifting agriculture or permanent agriculture/pasture. The present value of these losses amounts to US$3,042,089-20,587,272 for the period under analysis (Table 5). This represents 23-158% of the gross benefits potentially generated by the road (see Table 4; RUC savings=US$13,070,000)[30].

[30] *Without considering the paving of the Corredor Norte.*

entre el 23% y el 158% de los beneficios brutos generados potencialmente por la carretera (ver Tabla 4; ahorro en el CTU= US$13.070.000)[30].

TABLA 5 – VALOR ECONÓMICO DE LAS EMISIONES POTENCIALES DE CARBONO

Uso de tierras convertidas	**Valor del carbono**	
	US$5,64/tC	**US$34,00/tC**
Roza y quema	3.042.089	18.338.833
Pastizales/agricultura permanente	3.415.065	20.587.272

Decisiones de inversión

Nuestro análisis indica que en un escenario pesimista los costos del proyecto representarían el 179% de todos los ingresos regionales netos proyectados para los próximos 25 años para la población bajo influencia de la carretera (US$29.944.658), mientras que en un escenario optimista éstos representarían el 56% de todos los ingresos regionales brutos (US$96.761.418). Si consideramos la población actual, los costos del proyecto sumarían US$2.060/beneficiario en términos del valor actual, lo que bajo los escenarios optimista y pesimista equivaldría a entre 7 y 20 años de ingresos anuales, respectivamente. Esto es una inversión mucho mayor por beneficiario que otros proyectos frecuentemente rechazados a pesar de su costos mínimos (Lebo y Shelling 2000).

Por ejemplo, el valor actual de los gastos proyectados en salud pública para la población en cuestión es de US$992.969 y apenas representa el 1,8% del valor actual de la inversión en el proyecto de carretera, en cuanto los gastos proyectados en educación son de US$639.057, ó 1,2% de la inversión vial. Los costos de inversión en la carretera son tan altos que podrían utilizarse para multiplicar por 54 las inversiones públicas locales en salud o por 84 las inversiones en educación. Sólo el desvío de los costos incrementales de mantenimiento requeridos por la nueva carretera permitiría un aumento del 32% de las inversiones en salud.

Los beneficios regionales del Parque Nacional y ANMI Madidi se calcula que son mayores que los beneficios que podría generar la carretera. Al utilizar el cálculo más bajo de los beneficios del área protegida (sólo beneficios externos = US$19.580.769) encontramos que los beneficios derivados del área protegida superan en un 50% los beneficios brutos generados potencialmente por la construcción de la carretera (ver Tabla 4; ahorro en el CTU= US$13.070.000)[31].

[30] *Sin considerar la pavimentación del Corredor Norte.*

[31] *Sin considerar la pavimentación del Corredor Norte.*

TABLE 5 – ECONOMIC VALUE OF POTENTIAL CARBON EMISSIONS

Post-conversion land use	Carbon value	
	US$5.64/tC	US$34.00/tC
Shifting agriculture	3,042,089	18,338,833
Pasture/permanent agriculture	3,415,065	20,587,272

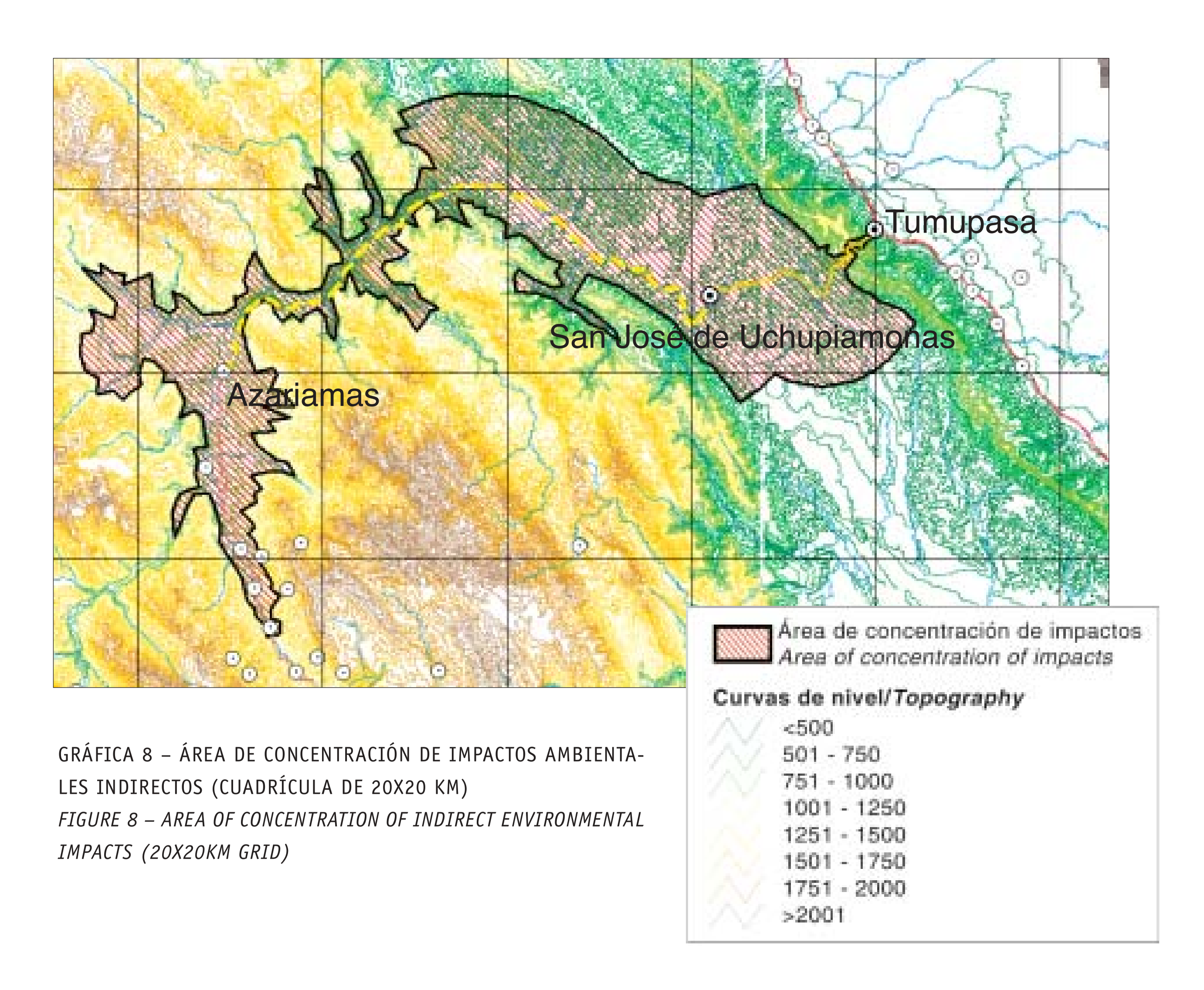
Investment decisions

Our analysis indicates that, in a pessimistic scenario, project costs would represent 179% of all net regional income projected for the next 25 years for the population influenced by the road (US$29,944,658), while in an optimistic scenario it would amount to 56% of the regional gross income (US$96,761,418). If we consider the current population, the project costs would amount to US$2,060/beneficiary in present value terms, which, under the optimistic and pessimistic scenarios, would represent 7 to 20 years of annual income, respectively. This is a much higher investment per beneficiary than other projects, which are often rejected despite their minimal cost (Lebo & Shelling 2000).

For example, the present value of projected public expenditures on health for the subject population is US$992,969, representing just 1.8% of the PV of the proposed road investment, while the PV of projected public expenditures in education is US$639.057 which is equivalent to 1.2% of the PV of the project costs. Diverting the total road investment to health or education could increase expenditures 54 and 84 times, respectively. Just diverting incremental expenditures with road maintenance could increase health or education expenditures in the region by 32% and 50%, respectively.

Madidi National Park and NIMA's regional benefits are estimated to be larger than the road's would be. Using the lowest estimate of protected area benefits (only foreign benefits=US$19.580.769) we found that the protected area benefits are 50% higher than gross benefits potentially generated by road construction (see Table 4; RUC savings=US$13,070,000)[31].

[31] *Without considering the paving of the Corredor Norte.*



GRÁFICA 8 – ÁREA DE CONCENTRACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES INDIRECTOS (CUADRÍCULA DE 20X20 KM)

FIGURE 8 – AREA OF CONCENTRATION OF INDIRECT ENVIRONMENTAL IMPACTS (20X20KM GRID)

GRÁFICA 9 – ÍNDICES DE DEFORESTACIÓN PROYECTADOS, INDUCIDOS POR LA CARRETERA

FIGURE 9 – PROJECTED DEFORESTATION RATES INDUCED BY THE ROAD

$$y = 1,1613x^3 - 62,45x^2 + 994,37x - 3552,9$$

Área (ha)

1.600
1.400
1.200
1.000
800
600
400
200
0

5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

Año/*Year*





Discusión

Discussion

Nuestro análisis presenta evidencias contundentes que la construcción de la carretera de AZA-CHU sería una mala inversión de los recursos económicos de Bolivia. Aun utilizando cálculos optimistas de los beneficios y costos subestimados, encontramos que la carretera generaría una pérdida económica neta considerable para la sociedad boliviana. Ello se explica por el bajo volumen de demanda para esta carretera y por los altos costos de construcción. Nuestros resultados reflejan resultados similares de estudios previos realizados por Reid (1999) y Contegral SID (1999). Cabe notar que la carretera propuesta no proporcionaría un nuevo acceso a ninguna comunidad y que, por lo tanto, no juega ningún rol en la provisión de acceso básico. Los costos de inversión necesarios para una carretera de este tipo son enormes y son socialmente inaceptables, en particular cuando se ponen en perspectiva mediante comparaciones con las condiciones socioeconómicas de la población bajo influencia de la carretera. En vez de invertir en un patrimonio económicamente improductivo, la población probablemente estaría mejor si recibiera esos fondos en efectivo, lo que en todo caso sería más equitativo que una carretera que sólo beneficiaría a unos cuantos.

A pesar de las pérdidas que representan, muchas veces se construyen carreteras como ésta. En Bolivia no es inusual para una fuerza de trabajo local construir una ruta de manera arrolladora, sin la debida planificación, diseño y orientación técnica. En el caso que estudiamos, el terreno inestable con pendientes empinadas seguramente se traducirá en una carretera precaria, regularmente intransitable. Esta abordaje al desarrollo de carreteras contraviene las políticas nacionales, las cuales por años han reflejado un esfuerzo por la planificación y construcción ordenadas (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000). Al invertir en un proyecto inviable, el gobierno departamental utiliza los fondos públicos de manera inadecuada.

La expansión de la red de carreteras también llama la atención hacia la capacidad de Bolivia para hacer frente al aumento de los costos de mantenimiento. Según el Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil (2000), Bolivia enfrenta serios problemas para el mantenimiento de su red fundamental de carreteras (Treviño 2004).

Ausentes con frecuencia de las discusiones sobre políticas están los costos adicionales en que incurren las agencias públicas que deben prestar servicios públicos y dotar con instalaciones a las comunidades a lo largo de las nuevas carreteras. Además, los problemas relacionados con los conflictos de tenencia de la tierra y el brote de enfermedades son pasados por alto con frecuencia[32]. Estos costos son particularmente relevantes para un país como Bolivia, en donde los fondos públicos son limitados.

[32] *Las familias de colonizadores suelen provenir de regiones con diferentes clases de parásitos por lo que son muy vulnerables a nuevas enfermedades (Castro et al. 2006).*



ur analysis presents compelling evidence that the construction of the AZA-CHU road would be a waste of Bolivia's economic resources. Even using optimistic benefit estimates and underestimated costs, we found that the road will generate a considerable net economic loss to Bolivian society. This is explained by the low volume of demand for the road and its high construction costs. Our results mirror those of earlier studies by Reid (1999) and Contegral SID (1999). The proposed road does not provide new road access to any community and therefore has no role in providing basic accessibility. The investment costs necessary for such a road are large and socially unacceptable particularly when put into perspective by comparison with socioeconomic conditions of the population under the influence of the road. Instead of investing in an economically unproductive asset, the population would be better off with a cash payment, which, in any case, would be more equitable than a road that is likely to benefit just a few.

Roads such as this are sometimes built in spite of the economic losses they incur. In Bolivia it is common for a local workforce to bulldoze a route without any design or technical orientation. In the case we studied, steep unstable terrain is likely to render such an unplanned, precarious road impassable on a regular basis. This approach to road development goes against national policy, which for years has striven for more orderly planning and construction (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000). By investing in an infeasible project, the departmental government also makes poor use of public funds.

Expansion of the road network also focuses attention on Bolivia's capacity to cover increased maintenance costs. According to the Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil (2000), Bolivia's primary road network is already inadequately maintained (Treviño 2004).

Often absent from policy discussions are the extra costs incurred by the public agencies that must provide services and facilities for communities along new roads. Further, land tenure conflicts and diseases outbreaks are often overlooked[32]. These costs are particularly relevant in Bolivia where public funds are scarce.

As for the distribution of the road's benefits, income would accrue to construction companies, and to a few individuals and companies interested in exploiting the last remaining stocks of valuable timber, especially mahogany (for example, see La Razón 2003), and in the opening of lands for colonization in a region of poor agricultural suitability. These benefits would need to be realized illegally, for the most part, due to restrictions that apply within the protected area. Moreover, the protected area has been

---

[32] *Colonizing families often come from regions with different sets of parasites making them vulnerable to new diseases (Castro et al. 2006).*

En cuanto al aspecto de distribución de los beneficios de la carretera, los ingresos se concentrarían en empresas constructoras, y unas cuantas personas individuales y compañías interesadas en explotar las últimas reservas de maderas preciosas, en especial la caoba (por ejemplo, ver La Razón 2003), y en la apertura de la zona para la colonización en zonas de poca aptitud agrícola. Estos beneficios tendrían que ser obtenidos ilegalmente en su mayoría, debido a restricciones aplicables dentro del área protegida. Además, el área protegida ha estado promoviendo el desarrollo económico en las comunidades locales a través del desarrollo de actividades productivas sostenibles (WCS Bolivia 2005a). Se presume que estas actividades se verán afectadas por la intensificación de la explotación de los recursos naturales y el cambio en el uso de la tierra estimulado por la carretera. De esta manera, es muy probable que los habitantes locales tengan que asumir las pérdidas locales.

Esta carretera también representa una amenaza ambiental considerable para el área protegida de Madidi. Durante los años noventa, la extracción de madera ha constituido la fuente más importante de degradación de los ecosistemas naturales del área (Cáceres Vega, 2000). Esta explotación indiscriminada condujo al agotamiento total de la caoba, el cedro y el roble americano en todas las áreas sometidas a usos extractivos de la madera. En la provincia de Iturralde, en donde ocurrieron en su mayoría las actividades de extracción de madera, más de 35.000 hectáreas de bosques quedaron degradadas y se perdió una parte importante de su valor económico, en especial entre Ixiamas y el Alto Madidi, aunque éstas todavía proveen productos forestales no maderables y servicios ambientales. Grandes extensiones de la cuenca del río Tuichi también fueron objeto de explotación intensa (WCS Bolivia 2005a).

Al evaluar la pérdida de reservas de carbono –un servicio ambiental global proporcionado por Madidi– a causa de la potencial deforestación inducida por la construcción de la carretera, se identificó un valor actual de las pérdidas económicas mundiales, las cuales podrían oscilar entre US$3 y US$20 millones y que, por lo tanto, podrían superar los beneficios brutos generados por la carretera. El valor superior se basa en un costo de US$34/tC, aunque no hay consenso sobre el valor a utilizar. Recientemente, expertos han sugerido que el costo impuesto a la sociedad mundial por la liberación de carbono, en términos de las consecuencias negativas del cambio climático, podría todavía elevarse (Irving Foster Brown, comunicación personal, 2006).

En nuestros cálculos se consideraron únicamente las pérdidas potenciales de carbono derivadas de la conversión de áreas forestales en tierras agrícolas o pastizales, y no se incluyeron las pérdidas de carbono ocasionadas por incendios forestales, tan comunes en los alrededores de las tierras deforestadas (Díaz *et al.* 2002), ni la degradación forestal debido a la extracción insostenible de la madera. También cabe notar que nuestro cálculo comprende únicamente un servicio ambiental y que Madidi tiene muchas otras funciones

fostering economic development to local communities through the development of sustainable productive activities (WCS Bolivia 2005a). These activities are expected to be impacted by the intensification of natural resource exploitation and land use change stimulated by the road. Therefore, locals are the most likely to bear local losses.

This road also poses significant environmental threat to the Madidi protected area. Logging in the 1990s has been shown to be the most important single source of degradation of the area's natural ecosystems (Cáceres Vega, 2000). It led to the complete exhaustion of mahogany, cedar and American oak in all logged areas. In the Iturralde province, where most of the logging took place, more than 35,000 ha of forests have thus been degraded and lost an important part of their economic value, especially between Ixiamas and Alto Madidi, although they still provide non-timber forest products and environmental services. Large parts of the Tuichi river basin were also intensely exploited (WCS Bolivia 2005a).

By assessing the loss of carbon stocks –a single global environmental service provided by Madidi– due to potential deforestation induced by the road construction, we identified a present value of global economic losses likely to be between 3 to 20 million dollars, which could, therefore, surpass the gross benefits generated by the road. We base our upper bound on a value of US$34/tC, although there is no consensus over which value to use. Experts have recently suggested that the cost imposed by carbon release, in terms of the negative global consequences of climate change, might be even higher (Irving Foster Brown, personal communication, 2006).

In our estimates we only considered potential carbon losses from forests areas converted to agriculture or pasture, and did not include carbon losses due to the all-that-common forest fires surrounding deforested lands (Diaz et al. 2002), nor forest degradation due to unsustainable logging. We also note that our estimate comprises only one environmental service and that Madidi has many other ecological functions that could be significantly threatened by the road. This could include changes in water quality to the human communities downstream, including San José de Uchupiamonas. It could also result in losses in fisheries and in tourism activity in the Park (see comprehensive list of potential environmental impacts in Trevino et al. 2003).

The environmental threat imposed by the road construction is even more worrisome when we consider that the protected area is understaffed: it has 24 park rangers but needs 60 for effective management (WCS/SERNAP 2002) The presence of the road crossing the protected area means an increasing need for surveillance and enforcement expenditures.

By degrading Madidi's environmental quality, the new road could also negatively affect the local economy, as tourism and conservation spending fell. (Arce & Pastor 2000;

ecológicas que podrían verse amenazadas considerablemente por la carretera. Esto podría incluir los cambios en la calidad del agua para las comunidades humanas río abajo, entre éstas, San José de Uchupiamonas, y también podría resultar en pérdidas para la pesca y la actividad turística en el Parque (ver lista completa de impactos ambientales potenciales en Treviño *et al.* 2003).

La amenaza ambiental impuesta por la construcción de la carretera es aun más preocupante cuando se toma en consideración que en la actualidad la dotación de personal del área protegida es insuficiente: hay 24 guardaparques pero se requieren 60 como mínimo para su manejo eficaz (WCS/SERNAP 2002). La presencia de una carretera que atraviese el área protegida significaría una necesidad creciente de inversiones en actividades de vigilancia y aplicación de las normas.

Al dañar la calidad ambiental del área protegida, la nueva carretera también podría afectar negativamente la economía local en la medida que disminuyeran las inversiones en turismo y conservación (Arce y Pastor 2000; Fleck *et al.* 2006). Las cualidades naturales del área probablemente sean el principal atributo que explica las inversiones actuales.

Existen otras inversiones con mayor potencial para estimular el desarrollo económico y proveer mejoras reales en los estándares de vida en el norte de La Paz. Una, es el mejoramiento de las carreteras actuales que establecen la conexión entre las comunidades del municipio de Apolo y entre Apolo y La Paz (Treviño *et al.* 2003). Dentro del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de Apolo (Gobierno Municipal Apolo/CI/USAID/WCS *in press*), se identifica como una limitante principal la deficiente integración vial interna y externa. Este plan desarrollado a través de consultas con la población local prioriza las siguientes inversiones: 1) pavimentar la ruta departamental Apolo-Charazani-La Paz para tener transitabilidad permanente; 2) estudiar la factibilidad de habilitar la ruta Apolo-Mapiri-La Paz; 3) proveer acceso efectivo a servicios y promover el desarrollo productivo del municipio a través del mejoramiento de los tramos: Apolo-Santa Catalina; Apolo-Santa Cruz del Valle Ameno; Apolo-Sipia-Azariamas; Apolo-Inca-Puchahui; Santa Cruz del Valle Ameno-Pata; Apolo-Irimo; Apolo-Atén. Finalmente, propone la construcción de caminos ripiados a comunidades sin vinculación vial como Sarayoj, Santa Teresa, Altuncama, 3 de Mayo, Buena Vista y Nogal. Consideramos que estas propuestas reflejan las verdaderas prioridades de vinculación del Municipio de Apolo ya que son esenciales para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones del mismo, y por lo tanto su factibilidad debería ser analizada adecuadamente.

El turismo actualmente constituye un ingreso considerable para la región (Fleck *et al.* 2006), y demuestra un gran potencial de expansión (Caballero 2003) con la apropiada inversión pública. Además, presenta uno de los efectos multiplicadores más elevados en Bolivia en la actualidad (Ministerio de Desarrollo y Planificación 2001). Otras actividades

Fleck et al. 2006). The area's wilderness qualities are probably the main attribute explaining such current expenditures.

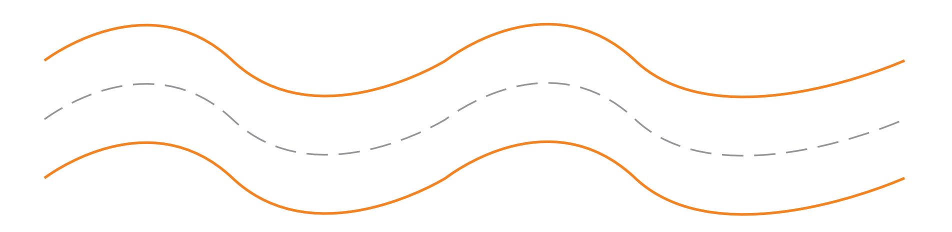
There are other investments with much greater potential to stimulate economic growth and real improvements in living standards in Northern La Paz. One, is the improvement of current roads connecting the communities of the municipality of Apolo, and between Apolo and La Paz (Trevino *et al.* 2003). In the *Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de Apolo* (Gobierno Municipal Apolo/CI/USAID/WCS 2006), the deficient road integration in Apolo (both internal and external) has been identified as one of the main limiting factors for development. The plan was developed through a participatory process with the local community, who prioritized the following road investments: 1) pave the departmental route Apolo-Charazani-La Paz in order to ensure permanent traffic year-round; 2) analyze the feasibility of developing the route Apolo- Mapiri- La Paz; 3) provide effective access to services and foster local productive development through the improvement of the following road sections: Apolo-Santa Catalina; Apolo-Santa Cruz del Valle Ameno; Apolo-Sipia-Azariamas; Apolo-Inca-Puchahui; Santa Cruz del Valle Ameno-Pata; Apolo-Irimo; Apolo-Atén. Finally, the plan proposes the construction of gravel roads between communities without road connection, such as Sarayoj, Santa Teresa, Altuncama, 3 de Mayo, Buena Vista and Nogal. We consider that these proposals reflect the real road development priorities of the Municipality of Apolo because they are essential for the socioeconomic development of its communities, and thus should be subject of feasibility studies.

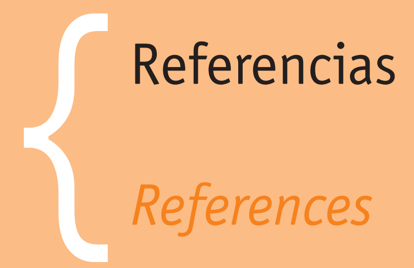
Tourism already brings significant income to the region (Fleck et al. 2006), and shows great potential for expansion (Caballero 2003) with appropriate public investment. Moreover, it has one of the highest multiplier effects in Bolivia (Ministerio de Desarrollo y Planificación 2001). Other activities already being fostered in the region include sustainable use of natural resource and cultivation of products under sustainability criteria, such as coffee, timber, incense, honey, Brazil nuts, cocoa, and palm products. These are still incipient, but promising economic activities.

It is possible that one day in the future, the construction of AZA-CHU road will become economically feasible due to increased transportation demand although it is unlikely to happen in the short- and medium terms. But it is also likely that in the Madidi NP & NIMA will generate a growing stream of local benefits from conservation, sustainable natural resource use and tourism. Therefore, wiser, equitable and efficiency-based investments should be proposed by decision-makers to meet local socioeconomic needs at an acceptable cost.

que ya se promueven en la región incluyen el uso sostenible de los recursos naturales y el cultivo de productos bajo criterios de sostenibilidad, tales como café de sombra, madera, incienso, miel, castaña de Brasil, cacao y productos derivados de la palmera. Éstas todavía son actividades productivas incipientes pero económicamente prometedoras.

En el futuro, la construcción de la carretera de AZA-CHU podría ser económicamente viable, considerando las posibles exigencias crecientes de transporte, aunque es poco probable que ello ocurra a corto y mediano plazo. Sin embargo, en el futuro el PN y ANMI Madidi podría generar un volumen creciente de beneficios locales derivados de la conservación, el uso sostenible de los recursos naturales y el turismo. Por lo tanto, es necesario que los encargados de tomar decisiones propongan inversiones más sensatas, equitativas y eficientes para responder a las necesidades socioeconómicas locales a un costo razonable.





Referencias

References

ALENCAR, A. *et al.* (2005). A pavimentação da BR-163 e os desafios à sustentabilidade: uma análise econômica, social e ambiental. Conservation Strategy Fund: Belo Horizonte, Brasil. 29p..

ALVES D.S. (2002). Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazônia. International Journal of Remote Sensing , 23(14):2903-2908.

ARAUJO-MURAKAMI, A., JÖRGENSEN, P., J. LEDEZMA (in prep). Estimaciones de biomasa y carbono en la Región Madidi, Bolívia. Herbário Nacional de Bolvia, Jardin Botânico de Missouri y WCS.

ARCE, M., C. PASTOR (2000) Biodiversidad de las áreas protegidas Madidi y Pilón Lajas, generan más de USV2,000,000 al año por visita de 13,000 turistas. Conservación Internacional: Bolivia. (informe sin publicar).

BALMFORD, A., T. WHITTEN (2003). Who should pay for tropical conservation, and how could the costs be met? Oryx, 37(2):238-250.

BROWN, J., D. PEARCE (1994). The economic value of carbon storage in tropical forests. In: Weiss, J. (ed). The Economics of Project Appraisal and the Environment. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 102-123.

CABALLERO, J. (2003). Diagnóstico del turismo en el Parque Nacional Madidi, Área Natural de Manejo Integrado y área de influencia. WCS. 45 pp. (informe sin publicar).

CÁCERES VEGA, F. (2000). Estudio de los impactos actuales y potenciales debido a inmigración reciente a la zona de influencia del PN-ANMI Madidi. CARE.

CASTRO, M., MONTE-MÓR, R., SAWYER, D., B. SINGER (2006). Malaria risk on the Amazon frontier. PNAS, 103(7):2452-2457.

CLARKSON, R. (2000). Estimating the social cost of carbon emissions. Londres: Department of the Environment, Transport and the Regions, Gobierno del Reino Unido.

CONSTANZA, R. *et al.* (1997). The value of world's ecosystem services and natural capital. Nature, 387:253-260.

DIAZ *et al.* (2002). Prejuízo oculto do fogo: custos econômicos das queimadas e dos incêndios florestais da Amazônia. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia e Instituto de Economia Aplicada. Disponible en: [http://www.ipam.org.br], consultado en marzo de 2006.

EUROCONSULT (1999). Zonificación agroecológica y propuesta técnica del Plan de Uso del suelo de la región amazónica del Departamento de La Paz. CGL/MDSP-BID. La Paz, Bolivia, 180 p..

FEARNSIDE, P.M. (2005). Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates and Consequences. Conservation Biology 19(3): 680-688.

FEARNSIDE, P.M., R.I. BARBOSA (2003). Avoided deforestation in Amazonia as a global warming mitigation measure: The case of Mato Grosso. World Resource Review 15(3): 352-361.

FLECK, L. C., AMEND, M., PAINTER, L., J. REID (2006). Beneficios económicos regionales generados por la conservación: El caso de Madidi. Conservation Strategy Fund: La Paz, Bolivia. 80 p..

FORMAN, R, L. ALEXANDER (1998). Roads and their major ecological effects. Annual Review of Ecology and Systematics, 29: 207-231.

GOBIERNO MUNICIPAL APOLO/CI/USAID/WCS (in press). Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de Apolo. La Paz, Bolivia. 201 p..

INE (2005a). Estadística e indicadores sociodemográficos, productivos y financieros por municipio. La Paz, Bolivia. 139 p..

INE (2005b). Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: [http://www.ine.gov.bo], consultado a lo largo de 2005 y 2006.

JALAN y RAVALLION (2002). Geographic poverty traps? A micro econometric model of consumption growth in rural China. Journal of Applied Economics, 17(4):329-346.

JENKINS, G., HARBERGER, A. (2000). Manual de Análisis de Costo-Beneficio de las decisiones de inversión. Harvard Institute for International Development. 109 p..

JIMÉNEZ, W., S. LIZÁRRAGA (2003). Ingresos y desigualdad en el área rural de Bolivia. UDAPE, 19 p.. Disponible en [http://www.udape.gov.bo/revista/WJ-SL03.PDF], consultado en enero de 2006.

KAIMOWITZ D., A. ANGELSEN (1998). Economic models of tropical deforestation: a review. Bogor: CIFOR. 139p..

KREMEN, C., NILES, J., DALTON, M., DAILY, G., EHRLICH, P., FAY, P., GREWAL, D., R. GUILLERY (2000). Economic incentives for rain forest conservation across scales. Science, 288:1828-1832.

LA RAZÓN (2003). Rutas ilegales en el Madidi conducen a los árboles de Mara. Disponible en [http://www.la-razon.com/Ejecutivo/Julio/ejec040711a.html], consultado en 2005.

LAURANCE, W.F., ALBERNAZ, A., SCHROTH, G., FEARNSIDE, P.M., BERGEN, S., VENTICINQUE, E.M., DA COSTA, C. (2002). Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. Journal of Biogeography, 29:737-748

LEBO, J., D. SCHELLING (2000). Design and Appraisal of Rural Transport Infrastructure: Ensuring Basic Access for Rural Communities. World Bank Technical Paper No. 496. Washington, DC: Banco Mundial.

LOCKLIN, C., B. HAACK. (2003). Roadside Measurements of Deforestation in the Amazon Area of Bolivia. Environmental Management, 31(6):774–783.

MÄKI, S., KALLIOLA, R., K. VUORINEN (2001). Road construction in the Peruvian Amazon: process, causes and consequences. Environmental Conservation 28: 199-214.

MENÉNDEZ, J.R. (2003). Mantenimiento Rutinário de Caminos com Microempresas: Manual Técnico. Lima, Perú: OIT. 72 p..

MINISTERIO DE DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN (2001). Estrategia Nacional de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad. La Paz, Bolivia. 193 p..

MITTERMEIER, R., MYERS, N., THOMSEN, J., FONSECA, G., S. OLIVIERI (1998) Biodiversity Hotspots and Major Tropical Wilderness Areas: Approaches to Setting Conservation Priorities. Conservation Biology,12(3):516-520.

MORAN, D., D. PEARCE (1994). The Value of Biodiversity. World Conservation Union, Biodiversity Programme, Earthscan Publications, Londres, Reino Unido. 160 p..

NEPSTAD, D. *et al.* (2006). Inhibition of Amazon Deforestation and Fire by Parks and Indigenous Lands. Conservation Biology, 20(1): 65-73.

NORTON-GRIFFITHS, M., C. SOUTHEY (1995). The opportunity cost of biodiversity conservation in Kenya. Ecological Economics, 12:125-139.

OLSON, D., E. DINERSTEIN. (1998). The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. Conservation Biology, 12:502-515.

PEARCE, D., C. PEARCE (2001). The value of forest ecosystems. A report to the Secretariat of the Convention of Biological Diversity. 59p.. (informe sin publicar).

PFAFF, A. (1999). What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from Satellite and Socioeconomic Data. Journal of Environmental Economics and Management, vol. 37:26-43.

REID, J. (1999). Two Roads and a Lake: An economic analysis of infrastructure development in the Beni river watershed. 39 p..

ROBINSON, R. (1988). A view of road maintenance economics, policy and management in developing countries. TRRL Transport Research Report 145, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.

RODRIGUES, A., et al. (2004). Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. Nature, 428:640-643.

SALINAS, E. (2004). Análisis de conflictos ambientales: estudio del caso del Complejo Madidi-Apolobamba-Pilón Lajas-TCO Tacana. WCS, SERNAP, CI, USAID Bolivia. 164 p..

SCHLAMADINGER, B., L. CICCARESE, M. DUTSCHKE, P.M. FEARNSIDE, S.BROWN, D. MUDIYARSO. (2005). Should we include avoidance of deforestation in the international response to climate change? pp. 26-41 In: D. Mudiyarso y H. Herawati (eds.) *Carbon Forestry: Who Will Benefit? Proceedings of Workshop on Carbon Sequestration and Sustainable Livlihoods,held in Bogor on 16-17 February 2005. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.215p. en [http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/Books/BMurdiyarso0502.pdf*], consultado en enero de 2006.

SCHMIDT-SOLTAU, K., D. BROCKINGTON (2004). The social impacts of protected areas. Disponible en [http://www.social-impact-of-conservation.net], consultado en diciembre de 2005.

SOARES-FILHO, B. S., ALENCAR, A., NEPSTAD, D., CERQUEIRA, G., DIAZ, M.,SOLÓZARNO, L., VOLL, E. (2004). Simulating the Response of Land-Cover Changes to Road Paving and Governance Along a Major Amazon Highway: The Santarém-Cuiabá Corridor. Global Change Biology, 10(5):745-764.

SPECTOR, S. (2002). Biogeographic Crossroads as Priority Areas for Biodiversity Conservation. Conservastion Biology, 16(6):1480.

TREVIÑO, A. (2004). Informe de Seguimiento a las Actividades de la Empresa Contratada para Regularizar los Trazos ya Aperturados y los Proyectos a Diseño Final de los Trazos Concertados entre el Estado y las Poblaciones Involucradas. Contrato de Prestación de Servicios – Contrato Nº 66/Biap. SERNAP: La Paz, 46 p..

TREVIÑO, A. (2004). Informe Técnico Ambiental sobre el Estudio de Factibilidad y Diseño Final Apolo-Ixiamas (Informe Final Borrador) del consorcio CONTEGRAL-SID e Informe de los resultados de la participación en la Comisión Técnica conformada y del asesoramiento al SERNAP en el período de funcionamiento de la Comisión Técnica. Contrato de Prestación de Servicios – Contrato N° 66/BIAP – FUNDESNAP-Estudio Vías de Comunicación para el PNANMI Madidi. SERNAP: La Paz, 53 p..

TREVIÑO, A. (2005). Evaluación Ex-post de los Impactos Ambientales Generados por la Apertura de los Tramos Camineros Apolo-Pata, San José de Uchupiamonas-Tumupasa y Apolo-Asariamas. Contrato de Prestación de Servicios – Contrato Nº 66/Biap. SERNAP: La Paz, 57 p..

TREVIÑO, A., J. SARMIENTO, H. CABRERA, E. ROMAY. (2003). Evaluación de la factibilidad ambiental de los tramos propuestos por la Prefectura del departamento de La Paz para vincular Apolo con Ixiamas en el Parque Nacional Madidi. WCS/SERNAP: La Paz. 114 p..

TROMBULAK, S., C. FRISSEL (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial communities. Conservation Biology 18: 18-30.

TSUNOKAWA, K., C. HOBAN (eds.) (1997). Roads and the Environment: A Handbook. Technical Paper No. 376, World Bank, Washington, DC. Disponible en [http://www.worldbank.org/transport/publicat/reh/toc.htm], consultado en enero de 2006.

VICEMINISTERIO DE COMUNICACIÓN, TRANSPORTE Y AERONÁUTICA CIVIL (2000). Plan Maestro de Transporte por Superficie. Informe Final. La Paz, Bolivia.

WCS BOLIVIA (2004). Modelo Digital de Alturas del PN y ANMI Madidi (información sin publicar).

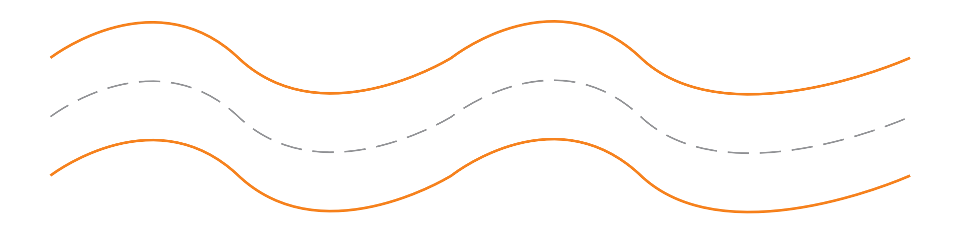
WCS BOLIVIA (2005a). Plan De Manejo PN y ANMI Madidi. WCS Bolivia, 302 p. (informe sin publicar).

WCS BOLIVIA (2005b). Unidades de vegetación del Madidi (información sin publicar).

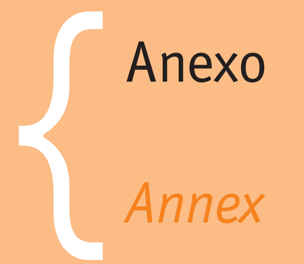
WCS/CI (2005). Plan de manejo- Plan de Vida RB-TCO Pilón-Lajas. Wildlife Conservation Society/ Conservation International (informe sin publicar).

WCS/SERNAP (2002) Diagnóstico de administración del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. (informe sin publicar)

WILKIE, D., MORELLI, G., DEMMER, J., STARKEY, M., TELFER, P., M. STEIL (2006). Parks and People: Assessing the Human Welfare Effects of Establishing Protected Areas for Biodiversity Conservation. Conservation Biology, 20(1): 247-259.







Anexo

Annex

Principales parámetros de inversión para el cálculo del costo total de los usuarios de la carretera (CTU) en HDM-4 (US$ de 2005)

Vehículo	Tracción cuatro ruedas	Autobús mediano	Camión mediano	Camión pesado
Costos de unidades económicas				
Costo de vehículo nuevo (US $/vehículo)	24.035,37	111.249,49	64.576,78	102.312,11
Costo de combustible (US $/litro)	0,42	0,40	0,40	0,40
Costo de lubricantes (US $/litro)	1,69	1,69	1,69	1,69
Costo de llanta nueva (US $/llanta)	35,05	255,44	220,39	255,44
Costo mano de obra para mantenimiento (US $/hora)	2,15	2,15	2,15	2,15
Costo de tripulación (US $/hora)	-	1,93	1,48	1,63
Tiempo de pasajeros (US $/pasajero-hora)	1,82	1,00	-	-
Tiempo de carga (US $/vehículo-hora)	-	0,20	0,20	0,20
Tasa de interés (%)	12	12	12	12
Utilización y carga				
Kilómetros recorridos al año (km)	32.000	55.000	63.000	65.000
Horas manejadas al año (hr)	495	1000	1260	1300
Vida de servicio (años)	10	10	7	10
Peso bruto de vehículo (toneladas)	1,50	17,00	15,00	19,70
Velocidad promedio	65	55	50	50
Número de ejes equivalentes	-	3,90	2,70	4,60
Número de ejes	2	2	2	3
Número de llantas	4	6	6	10
Velocidad deseada	60	55	50	50
Número de pasajeros	4	35	-	-
Porcentaje de tiempo de uso privado (%)	100	-	-	-

La información geométrica sobre todos los tramos de carretera analizados se puede obtener en Contegral SID (1999) y en el Plan Maestro para Transporte Terrestre del Ministerio de Transporte de Bolivia (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronáutica Civil 2000).

Main input parameters for Road User Costs estimation in HDM-4 (2005 US$)

Vehicle	Four-Wheel Drive	Medium Bus	Medium Truck	Heavy Truck
Economic Unit Costs				
New Vehicle Cost ($/vehicle)	24,035.37	111,249.49	64,576.78	102,312.11
Fuel Cost ($/liter)	0.42	0.40	0.40	0.40
Lubricant Cost ($/liter)	1.69	1.69	1.69	1.69
New Tire Cost ($/tire)	35.05	255.44	220.39	255.44
Maintenance Labor Cost ($/hour)	2.15	2.15	2.15	2.15
Crew Cost ($/hour)	-	1.93	1.48	1.63
Passenger time ($/passenger-hour)	1.82	1.00	-	-
Cargo time ($/vehicle-hour)	-	0.20	0.20	0.20
Interest Rate (%)	12	12	12	12
Utilization and Loading				
Kilometers Driven per Year (km)	32,000	55,000	63,000	65,000
Hours Driven per Year (hr)	495	1000	1260	1300
Service Life (years)	10	10	7	10
Gross Vehicle Weight (tons)	1.50	17.00	15.00	19.70
Average speed	65	55	50	50
Number of equivalent axles	-	3.90	2.70	4.60
Number of axles	2	2	2	3
Number of tires	4	6	6	10
Desired speed	60	55	50	50
Number of passengers	4	35	-	-
Percent of Time for Private Use (%)	100	-	-	-

Geometric information of all road sections analyzed can be obtained from Contegral SID (1999) and from the Master Plan for Terrestrial Transport from the Ministry of Transport in Bolivia (Viceministerio de Comunicación, Transporte y Aeronautica Civil 2000).

